

Aus der Abteilung für Nephrologie
der Klinik für Innere Medizin der Universitätsmedizin Rostock
Direktor: Prof. Dr. med. Steffen R. Mitzner

**Optimierung und Weiterentwicklung der extrakorporalen
Leberunterstützungstherapie anhand von in-vitro Untersuchungen zur klinischen
Etablierung des Hepalbin-Rezirkulationsmodells und im Vergleich zum
Molecular Adsorbent Recirculation System (MARS)**

Inauguraldissertation
zur
Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin (Dr. med.)

der Universitätsmedizin Rostock

vorgelegt von
Sören Ingo Link
aus Rostock
geboren am 21.09.1988 in Großröhrsdorf

Rostock 2014

Dekan **Prof. Dr. med. Emil C. Reisinger**

1. Gutachter **Prof. Dr. med. Jan Stange, Universität Rostock**

2. Gutachter **Prof. Dr. med. Georg Lamprecht, Universität Rostock**

3. Gutachter **Prof. Dr. med. Markus M. Lerch, Universität Greifswald**

Datum der Einreichung **18. März 2014**

Datum der Verteidigung **6. Mai 2015**

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
1.1	Die Aufgaben der Leber	1
1.2	Die körpereigenen fettlöslichen Stoffe, die in dieser Arbeit zur Untersuchung der Leberunterstützungsverfahren genutzt werden	1
1.2.1	Bilirubin	1
1.2.1.1	Indirektes Bilirubin	2
1.2.1.2	Direktes Bilirubin	2
1.2.2	Gallensäure	2
1.3	Albumin	3
1.4	Das Leberversagen	4
1.5	Die Therapie des Leberversagens	6
1.5.1	Albumindialyse	6
1.5.2	Möglichkeiten und Grenzen der Albumindialyse in Form des Molecular Adsorbent Recirculation System (MARS)	7
1.6	Das für die Dialyse verwendete Albumin	8
1.6.1	Ligandisiertes Albumin	8
1.6.2	Deligandisiertes Albumin	9
1.6.3	Stabilisatoren am Albuminmolekül	9
1.6.3.1	Octanoat	9
1.6.3.2	N-Acetyltryptophan	10
1.7	Ziel der Arbeit	10
2.	Material und Durchführung	11
2.1	Das Zweikompartimentmodell als Versuchsgrundlage	11
2.2	Herstellung der Stoffgemische	11
2.3	Die Versuche im Überblick	12
2.3.1	Das Hepalbin-Rezirkulationsmodell	12
2.3.2	Kombination von Hepalbin-Rezirkulation und kontinuierlicher veno-venöser Hämodialyse (CVVHD)	14
2.3.3	Molecular Adsorbent Recirculation System (MARS) durchgehend	15
2.3.4	Molecular Adsorbent Recirculation System (MARS) intermittierend	16

2.4	Versuchsablauf	17
2.4.1	Probenentnahmen	17
2.4.2	Bestimmung der Stoffkonzentrationen	17
2.4.3	Bestimmung der Albuminbindungskapazität	18
2.5	Vergleichsmöglichkeiten	19
2.6	Grafische Darstellungen	19
2.7	Statistische Auswertung	20
3.	Ergebnisse	23
3.1	Vergleich verschiedener Konzentrationen und der Ligandisierung des Humanserumalbumins unter Anwendung des Hepalbin-Rezirkulationsmodells	23
3.1.1	15 Prozent Humanserumalbumin – ligandisiert versus deligandisiert	23
3.1.1.1	Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf	23
3.1.1.2	Toxinentfernung durch die Aktivkohleadsorber	27
3.1.1.3	Filtrationskonzentrationen über die Membran	28
3.1.2	7 Prozent Humanserumalbumin – ligandisiert versus deligandisiert	30
3.1.2.1	Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf	30
3.1.2.2	Toxinentfernung durch die Aktivkohleadsorber	34
3.1.2.3	Filtrationskonzentrationen über die Membran	35
3.1.3	Ligandisiertes Humanserumalbumin – 15 Prozent versus 7 Prozent	37
3.1.3.1	Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf	37
3.1.3.2	Toxinentfernung durch die Aktivkohleadsorber	41
3.1.3.3	Filtrationskonzentrationen über die Membran	42
3.1.4	Deligandisiertes Humanserumalbumin – 15 Prozent versus 7 Prozent	44
3.1.4.1	Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf	44
3.1.4.2	Toxinentfernung durch die Aktivkohleadsorber	48
3.1.4.3	Filtrationskonzentrationen über die Membran	49
3.1.5	Welche Albuminkonstellation ist zur Behandlung sinnvoll?	50

3.2	Hepalbin-Rezirkulation mit 7-prozentigem deligandisiertem Humanserumalbumin – 2 Liter pro Stunden versus 8 Liter pro Stunde	52
3.2.1	Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf	52
3.2.2	Toxinentfernung durch die Aktivkohleadsorber	57
3.2.3	Filtrationskonzentrationen über die Membran	58
3.3	Ligandisiertes Humanserumalbumin – Hepalbin-Rezirkulation versus MARS	60
3.3.1	Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf	60
3.3.2	Toxinentfernung durch die Aktivkohleadsorber (Hepalbin-Rezirkulation/ MARS) beziehungsweise den Anionenaustauscher (MARS)	65
3.3.3	Filtrationskonzentrationen über die Membran	67
3.4	8 Stunden Hepalbin-Rezirkulation + 16 Stunden kontinuierliche veno-venöse Hämodialyse (CVVHD) versus 24 Stunden MARS	69
3.4.1	Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf	69
3.4.2	Toxinentfernung durch die Aktivkohleadsorber (Hepalbin-Rezirkulation/ MARS) beziehungsweise den Anionenaustauscher (MARS)	75
3.4.3	Filtrationskonzentrationen über die Membran	77
3.5	24 Stunden MARS mit einem Dialysatfluss von 2 Litern pro Stunde versus 8 Stunden MARS mit 30 Litern pro Stunden + 16 Stunden Therapiepause	80
3.5.1	Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf	80
3.5.2	Toxinentfernung durch die Aktivkohleadsorber und Anionenaustauscher	85
3.5.3	Filtrationskonzentrationen über die Membran	87
4.	Diskussionen	89
4.1	Ergebnisbetrachtung	89
4.2	Kritische Beurteilung der Methodik	91
4.3	Weiterführende Untersuchungen	93
5.	Zusammenfassung	95
6.	Thesen	98
7.	Literaturverzeichnis	101

8.	Anhang	105
8.1	Messwerttabellen	105
8.2	Eidesstattliche Erklärung	133
8.3	Lebenslauf	134
8.4	Danksagung	135

1 Einleitung

1.1 Die Aufgaben der Leber

Die Leber ist mit 1500 g das größte parenchymatöse Organ und ebenso die größte Drüse des menschlichen Körpers. Sie liegt weitgehend intraperitoneal im rechten Oberbauch, unterhalb der rechten Zwerchfellkuppel. [4,14] Die Hauptfunktionen der Leber sind die homöostatische Kontrolle, Synthese und Entgiftung. [43]

Die Leber reguliert als zentrales Organ Stoffwechselschritte des Kohlenhydrat-, Fett- und Aminosäuremetabolismus und ist in die Steuerung zahlreicher Hormonspiegel involviert. [4,11,25,43] Als Speicherorgan enthält sie neben Vitaminen vor allem Glykogen und Fettsäuren, um den Organismus im Bedarfsfall mit Energie in Form von Glukose, oder bei längerer Nahrungskarenz mit Ketonkörpern, zu versorgen, oder durch β -Oxidation, Citratzyklus und Atmungskette Energie in Form von ATP zu gewinnen. [11,14] Des Weiteren synthetisieren die Hauptzellen der Leber, die Hepatozyten, lebensnotwendige Serumproteine. Hierzu gehören vor allem Albumin, alle Gerinnungsfaktoren (außer dem Faktor VIII), Komplementfaktoren, Transportproteine und Akute-Phase-Proteine. [4,11] Für Funktionen außerhalb des Serums stellt die Leber ebenso Cholesterin, Gallensäuren und die Cholinesterase bereit. [4,14] Eine weitere Hauptaufgabe dieses Organs ist die Entgiftungsfunktion. Im Rahmen des Harnstoffzyklus wird die zytotoxische Substanz Ammoniak in den Hepatozyten metabolisiert. Durch Oxidierung und Kopplung an Glukuronid, Sulfat oder Glycin (Biotransformation) werden lipophile Substanzen, wie beispielsweise Bilirubin, Arzneimittel oder andere potentiell toxische Metabolite, in eine wasserlösliche Form umgewandelt und anschließend über die Galle ausgeschieden. [4] Von der Galleflüssigkeit werden durch die Leber täglich 500-1500 ml produziert. [14] Sie enthält Gallensäuren, die der Resorption von Lipiden oder anderen lipophilen Nährstoffen (beispielsweise Vitamin A, D, E und K) aus dem Darm dienen und größtenteils dem enterohepatischen Kreislauf unterliegen. Zudem werden über die Galleflüssigkeit und anschließend über den Darm zahlreiche Stoffwechselendprodukte ausgeschieden. [4] Die wichtigsten davon sind Bilirubin, Cholesterin, Phospholipide und Medikamente. [14]

1.2 Die körpereigenen fettlöslichen Stoffe, die in dieser Arbeit zur Untersuchung der Leberunterstützungsverfahren genutzt werden

1.2.1 Bilirubin

Beim Abbau der Hämgruppen entsteht über Biliverdin der Gallenfarbstoff Bilirubin, welches durch die Leber ausgeschieden wird. Da beim Menschen der Hauptteil der Hämgruppen zur

Sauerstoffbindung im Hämoglobin der Erythrozyten lokalisiert ist und die durchschnittliche Lebensdauer der roten Blutzellen 120 Tage beträgt, entspricht die tägliche Ausscheidungsmenge des Bilirubins in etwa der Menge an täglich neu gebildeten Hämgruppen. [25,30] Hinzu kommen geringe Mengen durch den Abbau von Hämgruppen aus dem Myoglobin der Muskelzellen sowie von cytochromhaltigen Enzymen, wodurch die tägliche Ausscheidungsmenge an Bilirubin durch die Leber circa 250 mg beträgt. [25] Das zur Sauerstoffbindung im Häm benötigte Eisen wird bereits bei der Bildung des Biliverdins durch die Hämoxygenase freigesetzt und kann zur Synthese eines neuen Häm-Moleküls wiederverwendet werden. [22] Ist die Bilirubinkonzentration im Blut massiv erhöht oder die Ausscheidungsfunktion der Leber stark eingeschränkt, kann Bilirubin, besonders in Form des Urobilins und Urobilinogens, zusätzlich über die Nieren ausgeschieden werden und führt zur rotbraunen Färbung des Urins. [4,25,30]

1.2.1.1 Indirektes Bilirubin

Das indirekte Bilirubin ist wasserunlöslich und benötigt zum Transport im Blut ein Trägerprotein. Hierzu wird es an Albumin gebunden. [30] Die Bildung von Bilirubin beim Hämabbau geschieht in der Leber, Milz und im Knochenmark, die spätere Ausscheidung des Bilirubins hingegen in der Leber. Dadurch wird diese Transportform notwendig. [25]

1.2.1.2 Direktes Bilirubin

Nach Aufnahme des indirekten Bilirubins in die Hepatozyten muss dieser Abbaustoff in eine wasserlösliche Form überführt werden, um ihn mit der Galle über den Darm auszuscheiden. Hierzu wird indirektes Bilirubin mit Glucuronsäure zum direkten Bilirubin konjugiert und aktiv in die Galle abgegeben. [22,30]

Vor allem durch bakterielle Stoffwechselprozesse wird Bilirubin im Darm weiter zu Stercobilin und Urobilin umgewandelt und führt so zur dunklen Farbe der Faeces [30]. 20 Prozent des weiter verstoffwechselten Bilirubins unterliegen dem enterohepatischen Kreislauf und werden der Leber erneut zugeführt. [22]

1.2.2 Gallensäure

Die Gallensäuren werden von der Leber produziert und sind der bedeutendste Bestandteil der Gallenflüssigkeit. [30] Danach gelangen sie in der Regel in die Gallenblase, wo sie bis zur Freisetzung ins Duodenum gespeichert und konzentriert werden. Bei der Produktion ma-

chen die Gallensäuren 1,9 Prozent des Gesamtgewichts der Galle (Lebergalle) aus, nach der Konzentration in der Gallenblase (Blasengalle) sind es 9,1 Prozent. [25]

Die beiden wichtigsten Gallensäuren sind die Cholsäure und die Chenodesoxycholsäure. [25,30] Sie werden aus dem hydrophoben Cholesterin hergestellt. [22,25] Um es in der Galle und im Darm wasserlöslich zu machen, muss es mit hydrophilen Stoffen gekoppelt werden. Dazu wird es hauptsächlich mit der Aminosäure Glycin oder dem Aminosäurederivat Taurin konjugiert. [22,25,30] Die nun entstandenen Gallensäuren sind somit amphiphil. [22]

Die wichtigste Aufgabe dieser Substanzen besteht in der Lipidresorption im Darm. [25] Hierbei lagern sie sich mit ihren hydrophoben Enden an die lipophilen Nahrungsbestandteile an und bleiben dank der hydrophilen Teile nach außen hin wasserlöslich. Diesen Vorgang bezeichnet man als Mizellenbildung. [22,25] Dadurch können die schlecht löslichen Lipide gezielt zu der apikalen Membran der Enterozyten transportiert werden, [22] aber auch der Angriff der lipidsplappenden Pankreasenzyme wird erleichtert. [30] Für die lipophilen Bestandteile der Gallenflüssigkeit, wie beispielsweise das freie Cholesterin, dienen die Gallensäuren ebenfalls als Lösungsvermittler. [25]

Die Gallensäuren unterliegen dem enterohepatischen Kreislauf. Von ihnen werden über 90 Prozent im Ileum zurückresorbiert und gelangen über das Pfortadersystem wieder zur Leber, wo sie erneut in die Gallenflüssigkeit sezerniert werden können. Somit müssen nur bis zu 500 mg an Gallensäuren täglich produziert werden. Dies entspricht der über den Faeces ausgeschiedenen Menge. [25,30]

Für den menschlichen Organismus dient die Galle ebenso der einzig möglichen Cholesterinausscheidung, entweder in Form der Gallensäuren oder in kleinerer Menge als freies Cholesterin. Diese Ausscheidung ist jedoch durch den enterohepatischen Kreislauf beschränkt. [30] Über die Exkretions- beziehungsweise Rückresorptionsmenge wird die Cholesterinbiosynthese reguliert. [25]

In der Gallensäure befinden sich des Weiteren die Gallenfarbstoffe Biliverdin und Bilirubin in ihrer mit Glucuronid konjugierten Form, die kaum dem enterohepatischen Kreislauf unterliegen. Diese entstehen als Stoffwechselendprodukte beim Abbau von Hämgruppen. Zudem werden Steroidhormone und in der Leber während der Biotransformation metabolisierte Medikamente über die Galle ausgeschieden. [25,30]

Bei einer verminderten Synthese der Gallensäuren kommt es vorrangig zu Problemen der Lipidresorption. Infolgedessen sind voluminöse Fettstühle typisch. [25]

1.3 Albumin

Dieses Protein wird in der Leber synthetisiert, hat ein Gewicht von 69 kD und bildet beim Gesunden mit einem Anteil von circa 60 Prozent die größte Fraktion dieser Stoffgruppe im

Serum. Die Albuminmenge ist ein Parameter für die Leberfunktion. [25] Die Hauptaufgabe des Albumins besteht in der Bindung und dem Transport hydrophober Stoffe. Zusätzlich erhält es den kolloidosmotischen Druck und besitzt antioxidative und enzymatische Funktionen. Dieses Molekül hat verschiedene Bindungsstellen für seine Liganden. Von den zuvor genannten endogenen Stoffen binden das Bilirubin an die Bindungsstelle I und die Gallensäuren an die Bindungsstelle II. [21] „Der freie Anteil von Toxinen und damit deren toxische Wirkung wird durch eine Verdrängung aus der Albuminbindung erhöht.“ [2]

Zur Bestimmung der Albuminfunktion hat sich die Albuminbindungskapazität (ABiC) etabliert. Dies ist eine relative Größe, bezogen auf ein Referenzalbumin. Dieser Parameter bezieht sich allerdings nur auf die Bindungsstelle II, die neben dem Transport von Gallensäuren auch für Diazepam, Ibuprofen, Tryptophan oder Octanoat notwendig ist. Die Beeinflussung der Kapazität erfolgt durch die Albuminkonzentration, Wechselwirkungen durch die Bindung anderer exogener oder endogener Substanzen oder induzierte Konformationsänderungen des Albuminmoleküls. [21] Die Bestimmung der ABiC wird im Teil Material und Durchführung erklärt.

1.4 Das Leberversagen

Hierbei handelt es sich um ein Syndrom aufgrund eines massiven Hepatozytenschadens. [5,50] Im Falle einer ausgeprägten Insuffizienz oder gar des Ausfalls der Leber kann die Fülle an komplexen Funktionen von keinem anderen Organ kompensatorisch übernommen werden. Unbehandelt würde dies mit dem Leben nicht vereinbar sein und stellt ein lebensbedrohliches Krankheitsbild dar, das häufig in ein Multiorganversagen mündet. [14,50] Die Mortalitätsrate beträgt bis zu 60 Prozent. [29]

Die wichtigsten Ursachen des seltenen akuten Leberversagens sind Infektionen, insbesondere Virushepatitiden, Toxine oder Medikamente. Obwohl ein Großteil des Organs akut geschädigt ist, kann das restliche Lebergewebe eine vollständige Regeneration induzieren. Ist dies erfolgreich, bleibt die Lebenserwartung normal. [29,43]

Zu einer akuten Verschlechterung einer kompensierten chronischen Leberinsuffizienz (acute on chronic liver failure, AoCLF) kommt es, wenn die vorhandene Organdysfunktion durch eine weitere Belastung verschärft wird. Dies geschieht beispielsweise durch akute gastrointestinale Blutungen, übermäßigen Alkohol- oder Medikamentenkonsum oder Infektionen und Sepsis. [6,28,29,43] Die kurzfristige Mortalitätsrate liegt bei 50 bis 90 Prozent. [29,43] Diese AoCLF ist ein reversibler Verlust der Organfunktion unterhalb einer lebenserhaltenden Schwelle. Sobald die belastenden Ereignisse nachlassen, kann die Leberfunktion die Ausgangswerte der Chronizität wiedererreichen oder es kommt zu einer weiteren und beschleunigten Verschlechterung. [43]

Ohne diese auslösende Situation kann eine chronische Lebererkrankung langsam zu einer end stage liver disease (ESDL) fortschreiten. Dies ist ein irreversibler Verlust der Organfunktion, dem zumeist eine Zirrhose zugrunde liegt. [43]

Die Einschränkung der Syntheseleistung der Leber führt zu einer Verminderung der verfügbaren Transportproteine, vor allem des Albumins. Daraus resultiert ein Anstieg der Konzentrationen an freien, albuminpflichtigen Substanzen, die verschiedene sekundäre Organschäden verursachen können. [43] Infolge dieser Hypalbuminämie kommt es zu einer Senkung des kolloidosmotischen Druckes, wodurch ebenso häufig Aszites, vor allem in Kombination mit einer portalen Hypertension, mit einer Störung der Leberfunktion assoziiert ist. [4] Dieser Austritt von Flüssigkeit in die Bauchhöhle, häufig aus den Kapillaren des Pfortadergebietes, führt zu einer Verminderung des intravasalen Blutvolumens. Infolgedessen kommt es zur renalen Minderperfusion und zur Oligurie. Das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System verstärkt diesen Effekt durch Natrium- und Wasserretention. Somit kommt es zum hepatorenaalen Syndrom mit einem funktionellen Nierenversagen, das durch einen Anstieg der Serumkonzentrationen von Kreatinin und Harnstoff gekennzeichnet ist. [4,11] Da die Leber ebenso die Quelle verschiedener Proteine des Immun- und Gerinnungssystems ist, bedingt das Leberversagen eine immunologische Einschränkung und Koagulopathie. Letztere äußert sich in Form von Blutungen oder disseminierter intravasaler Gerinnung. [43]

Die sinkende Exkretionsleistung der Leber durch den Zellschaden führt zur Akkumulation potentiell toxischer Substanzen. [5] Die Hyperbilirubinämie kennzeichnet als sichtbaren Ikterus das Leitsymptom der meisten Leberfunktionsstörungen. Dieser äußert sich ab einer Bilirubinkonzentration im Serum von 2,5 mg/dl als eine Gelbfärbung der Skleren, ab 3 bis 4 mg/dl wird auch die Haut sichtbar gelb verfärbt (Hautikterus). [4] Weitaus gefährlicher bei einer mangelnden Detoxifikationsleistung der Leber ist hingegen ein Anstieg des Ammoniaks im Serum, da es zu einer verminderten Verstoffwechslung im Harnstoffzyklus kommt. Dies kann aufgrund der zellschädigenden Eigenschaft dieser Substanz zur hepatischen Enzephalopathie führen. [11,17]

Aufgrund der physiologischen Funktion kann sich im Leberversagen ebenso ein komplexes Bild aus Nährstoff-, Elektrolyt- und Hormonstörungen entwickeln. Dazu sind vor allem Hypoglykämien zu zählen. [14,43]

Die Klassifikation dieser Erkrankung erfolgt mit Hilfe des Model for End-stage Liver Disease (MELD) und des Child-Turcotte-Pugh- (CTP) Scores. [43] In den neueren MELD-Score aus dem Jahr 2002 fließen der INR-Wert sowie die Serumkonzentrationen von Bilirubin und Kreatinin ein. [35] Der CTP-Score beinhaltet Konzentrationen von Bilirubin und Albumin, den Quick-Wert sowie das Vorhandensein beziehungsweise das Ausmaß des Aszites und der Enzephalopathie. [4] Beide Klassifikationen erlauben Prognosen zum transplantatfreien Überleben. [4,35]

1.5 Die Therapie des Leberversagens

Die Grundlage ist die Unterstützung der Leberfunktion. Sie kann bei einem akuten oder chronischen Leberversagen als Brücke bis zur Erholung des Organs oder einer Transplantation begonnen werden. [29,32,43]

Die extrakorporale Leberunterstützung hat bis heute den größten Nutzen zur Unterstützung der hepatischen Detoxifikation. Damit können sekundäre Organkomplikationen verhindert oder verbessert werden. Die Leber hat eine hohe Regenerationskapazität, wodurch diesem Organ durch maschinelle Entlastung Zeit zur Erholung gegeben wird. Normale Hepatozyten besitzen eine erhebliche Flexibilität und können je nach den Bedürfnissen des Organismus die Prioritäten der Synthese- und Entgiftungsfunktionen verändern. Somit kann auch eine partielle Unterstützung der Leberfunktion einen Unterschied im klinischen Verlauf des Leberversagens bewirken. [24,43]

Die Schwere und ebenso die Mortalität des Leberversagens korrelieren mit der Albuminbindungskapazität. Entscheidend für die Prognose und den Verlauf der Erkrankung ist die Konzentration an ungebundenen, und damit aktiven, Toxinen. Dabei ist allerdings die Verbesserung der Albuminbindungskapazität in Bezug auf die Auswirkungen des Leberversagens effektiver als die Entfernung der albuminpflichtigen Stoffe aus dem Patientenblut. [21]

Idealerweise unterstützt oder ersetzt ein Leberunterstützungsverfahren die drei wichtigsten Funktionen der Leber: Entgiftung, Regulierung und Synthese. Die im klinischen Einsatz verwendeten extrakorporalen, nichtbiologischen Systeme können lediglich die Entgiftung durchführen. Für die anderen beiden Hauptfunktionen werden funktionelle Leberzellen benötigt. Diese zellbasierten bioartifiziellen Leberunterstützungssysteme werden derzeit vorklinischen Studien unterzogen und stehen intensivmedizinischer Therapie auf kommerzieller Basis nicht zur Verfügung. [29,32,43] Die nichtbiologischen Systeme Hämodialyse und Hämofiltration entziehen dem Blut des Patienten primär kleine, wasserlösliche Substanzen. Sie sind allerdings nicht in der Lage, ebenso große und vor allem proteingebundene, also lipophile, Moleküle zu entfernen. Somit sind sie zur Therapie des Leberversagens ungeeignet. Abhilfe schaffte die Entwicklung der Albumindialyse. [29]

1.5.1 Albumindialyse

Die Grundlage dieser Behandlung besteht in der Verwendung von Albumin in der Dialysatlösung und einer für Albumin undurchlässigen Membran. Im Blut des Patienten sind die lipophilen, albuminpflichtigen Substanzen zu einem hohen Prozentanteil an das Transportprotein gebunden, ein geringer Anteil bildet hingegen die ungebundene, freie Fraktion. Entsprechend ihres Konzentrationsgradienten diffundieren Teile dieser freien Fraktion hin zu den

freien Bindungsstellen des Albumins im Dialysat. Nun lösen sich im Patientenblut einige dieser Moleküle aus ihrer Albuminbindung, um die für sie spezifische Menge der freien Fraktion herzustellen. Diese Stoffe stehen der Dialyse wieder zur Verfügung. [21,29,43] Da nur die freie Fraktion entfernt werden kann, ist dies der limitierende Faktor für Substanzen mit einer sehr hohen Albuminbindung, wie zum Beispiel unkonjugiertes Bilirubin. [29] Ebenso können bei diesem Verfahren parallel die überschüssigen wasserlöslichen Substanzen aus dem Patientenblut entfernt werden. [28,34] Eine wichtige Größe bei dieser Therapie ist die Albuminbindungskapazität zur Untersuchung verschiedener Behandlungskonzepte. [21]

Die einfachste dieser Dialyseformen ist die Single-Pass-Albumin-Dialyse (SPAD) auf der Grundlage der Hämodialyse. Nach der einmaligen Membranpassage wird die mit Albumin versetzte Dialysatlösung verworfen, wodurch die Behandlung trotz geringer Albuminkonzentrationen und Flussgeschwindigkeiten des Dialysates verhältnismäßig teuer ist. [29,34]

Die Weiterentwicklung der SPAD ist das Molecular Adsorbent Recirculating System (MARS), welches das heute weltweit am häufigsten angewandte künstliche Leberunterstützungssystem ist. [29,50] Dieses wurde 1993 durch Prof. Mitzner und Prof. Stange in Rostock, Deutschland, entwickelt und steht seit 1998 zur breiten klinischen Anwendung zur Verfügung. [10,28] Hierbei wird das Albumin nach dem Kontakt mit dem Patientenblut durch Anionenaustauscherharze und Aktivkohleabsorber von den aufgenommenen Toxinen gereinigt und der Membran erneut zugeführt. Dadurch sinken die Kosten, da das Albumin nicht nur einmalig zur Verfügung steht. Dennoch ist gewährleistet, dass weiterhin freie Bindungsstellen zur Aufnahme der Toxine vorhanden sind. Infolgedessen wird beim MARS zur Steigerung der Effektivität die Albuminkonzentration im Dialysat im Gegensatz zur SPAD deutlich gesteigert (4 Prozent versus 20 Prozent). [29,33,34]

Patienten mit AoCLF sollten eine solche Albumindialyse erhalten, wenn sie auf eine Standardtherapie nach mehreren Tagen noch nicht angesprochen haben. Liegt eine ALF mit wahrscheinlich hoher Mortalität vor, so ist mit dieser Behandlungsform schnellstmöglich nach der Diagnosestellung zu beginnen. [27,28]

1.5.2 Möglichkeiten und Grenzen der Albumindialyse in Form des Molecular Adsorbent Recirculation System (MARS)

In verschiedenen Studien wurden gezeigt, dass viele Auswirkungen des Leberversagens durch eine MARS-Therapie gebessert werden können. Dazu zählen insbesondere die Verminderung des Grades der hepatischen Enzephalopathie, die Steigerung der Nierenfunktion bei sekundärer Niereninsuffizienz, Verbesserung der Hämodynamik durch Senkung des Portalvenendruckes und Erhöhung des mittleren arteriellen Druckes durch Verringerung der Vasodilatation sowie eine Steigerung der Syntheseleistung der Leber. [6,9,28,43,50] Aller-

dings ergibt sich mit Hilfe von MARS, mit Ausnahme schwer kranker Patienten mit einem MELD-Score von über 30, kein Überlebensvorteil im Vergleich zur jeweiligen medizinischen Standardtherapie. [6,24,28,29,43] Die 30-Tage-Überlebensrate bei einem kleinen Patientenkollektiv unter MARS-Therapie, die an einem akuten Leberversagen oder einem acute on chronic liver failure erkrankt sind, wird in der Literatur mit 42 Prozent angegeben, andere Quellen sprechen bei dem AoCLF gar nur von 25 Prozent. [32,38,49] Des Weiteren liegt die 1-Jahres-Überlebensrate bei Patienten mit einem akuten Leberversagen mit der MARS-Therapie unterhalb derer Transplantierte (79 Prozent versus 94 Prozent). [27,28] Eine aktuelle Studie mit 64 Patienten mit akutem Leberversagen oder AoCLF belegt das 1-Jahres-Überleben nach einer MARS-Behandlung mit 30 Prozent. Von den 19 Überlebenden konnte sich die Leber bei zehn Patienten ausreichend regenerieren, weitere acht erhielten eine Lebertransplantation und einer wartete nach Beendigung des Beobachtungszeitraums noch auf die Transplantation. [12] In einer weiteren Studie zeigte sich, dass der positive Effekt auf die Hämodynamik durch Steigerung des arteriellen Mitteldruckes bereits zum Ende des zweiten Behandlungstages durch einen Abfall auf die Ausgangswerte verschwunden war. [23]

1.6 Das für die Dialyse verwendete Albumin

1.6.1 Ligandisiertes Albumin

Das zur Infusionsgabe verwendete Albumin wird im Herstellungsprozess mit den Stabilisatoren Octanoat und zumeist N-Acetyltryptophan versetzt und damit als ligandisiertes Albumin bezeichnet. Diese Stabilisatoren dienen als Konservierungsstoffe und bewirken eine stabile Erhaltung des Albuminmoleküls während der Pasteurisierung und Lagerung. [2,3] Sie besetzen die Benzodiazepinbindungsstelle des Albumins. Daraufhin kommt es zu einer Konformationsänderung des Moleküls, was sich in einer verbesserten Wärmebeständigkeit widerspiegelt. [2] Dadurch und aufgrund der hohen Bindungsaffinität, vor allem der Fettsäure Octanoat, wird die Bindung und damit Inaktivierung von anderen Metaboliten und Toxinen durch das Albumin stark eingeschränkt. Derart behandeltes Albumin hat somit im Gegensatz zu körpereigenem eine auf 30 bis 40 Prozent gesenkte Albuminbindungskapazität. [2,3,18] Die Gabe von ligandisiertem Albumin ist insbesondere bei Patienten mit vorbestehenden Leberschäden mit Nebenwirkungen assoziiert. [3] Die vermehrte Anflutung von Octanoat und N-Acetyltryptophan (Vorstufe des Tryptophan), beides leberpflichtige Stoffe, können zu einer weiteren Verschlechterung der Leberfunktion und damit einhergehenden Komplikationen führen. Dazu zählen insbesondere das Leberkoma (hepatische Enzephalopathie), die renale Hypoperfusion und Vasodilatation. [2,3] Bei normaler Leberfunktion erfolgt der Abbau der beiden Stabilisatoren problemlos. [2]

Bei Anwendung des ligandisierten Albumins in einer Dialysatlösung zur Entfernung leberpflichtiger Substanzen aus dem Patienten, kommt es zu einer Übertragung der Liganden über die Membran in den Patienten und nachfolgend ebenfalls zur möglichen Ausbildung weiterer Schäden. [29]

1.6.2 Deligandisiertes Albumin

Mit Hilfe des Hepalbin-Adsorbers (Albutec GmbH) können die für die Herstellung des Albumins notwendigen Konservierungsstoffe vor der Patientengabe wieder entfernt werden. Dazu wird die zu infundierende Albuminlösung durch den Adsorber geleitet. Dieser entzieht der Lösung das Octanoat und N-Acetyltryptophan zu über 99 Prozent und führt einhergehend zu einer Deligandisierung des Albumins. [1] Infolgedessen wird ebenso die Albuminbindungskapazität auf über 95 Prozent (bezogen auf körpereigenes Albumin) gesteigert. [2]

1.6.3 Stabilisatoren am Albuminmolekül

1.6.3.1 Octanoat

Octanoat kann im Leberversagen zu einer hepatischen Enzephalopathie und Hirnödemen führen. Dieses Toxin bewirkt dazu über die Hemmung des Harnstoffzyklus einen Anstieg des Ammoniakspiegels im Serum, wodurch es zur Ausbildung einer hepatischen Enzephalopathie kommen kann. Diese wird ebenso durch die vermehrte Aufnahme aromatischer Aminosäuren und des Tryptophans in das zentrale Nervensystem gefördert, welche durch die Octanoatbindung aus ihrer Bindungsstelle am Albumin verdrängt werden. Ab einer Octanoatkonzentration von 500 µmol/l werden zusätzlich, vorrangig im Skelettmuskel, verzweigtkettige Aminosäuren aus dem Plasma vermehrt abgebaut. Dieser gesteigerte Umsatz intrazellulär führt wiederum zu einer zunehmenden Ammoniakproduktion. Zur Ausbildung des Hirnödems kommt es durch die Hemmung der Volumenkontrollmechanismen sowie der Na⁺-K⁺-ATPase in den Astrozyten. Zusätzlich führt die Octanoatablagerung im Gehirn zu einem Umbau zu Glutamin, welches an der Pathogenese des Hirnödems beteiligt ist. Außerdem bewirkt Octanoat einen verminderten Effekt der Katecholamine an der Gefäßmuskulatur und eine vermehrte Ausschüttung des Prostaglandins. Dadurch kommt es durch eine Vasodilatation zu einer zunehmenden Verschlechterung des Kreislaufes und der Hämodynamik. [2,19]

1.6.3.2 N-Acetyltryptophan

Im Körper des Patienten erfolgt zeitnah eine Umwandlung des N-Acetyltryptophans in Tryptophan, welches bei bestehender schwerer Lebererkrankung als ein ursächlicher Stoff für das Leberkoma gilt. Gleiches trifft auf einen eventuell kumulierenden Metaboliten zu, das Oxindol, welches ebenfalls kreislaufdepressiv wirkt. Wird das Tryptophan durch Octanoat oder endogene Stoffe aus der Albuminbindung verdrängt, steigt der ungebundene und damit wirksame Anteil dieses Stoffes im Plasma an. Dies geschieht ebenso bei einer verminderten Albuminproduktion oder einem gestörten Tryptophanabbau im Leberversagen. Die erhöhte Tryptophankonzentration hat einen gesteigerten Durchtritt durch die Blut-Hirn-Schranke zur Folge, wodurch das funktionelle Gleichgewicht verschiedener Neurotransmitter gestört wird und der Patient zunehmend somnolent oder gar komatös wird. [2,3]

1.7 Ziel der Arbeit

Aufgrund der genannten Probleme und Grenzen des MARS ist die Intention der für die Arbeit durchgeführten Experimente die Verbesserung der extrakorporalen Leberunterstützungsverfahren, vor allem mit dem Ziel der Verbesserung der Mortalität trotz Therapie. Dazu wurde mithilfe der Hepalbin-Adsorber ein möglicherweise verbessertes System auf der Grundlage der Albumindialyse entwickelt. Dies ist das Hepalbin-Rezirkulationsmodell.

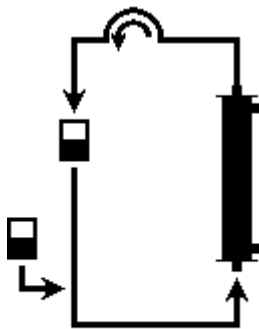
Nun gilt es, diese Weiterentwicklung zunächst mittels in-vitro Untersuchungen zu belegen. Diese dienen als Grundlage für nachfolgende klinische Studien, die einen eventuellen positiven Effekt gegenüber anderen Behandlungsmethoden nachweisen und damit zur Etablierung im intensivmedizinischen Alltag beitragen können.

Im Vorfeld ist es jedoch notwendig, die Auswirkungen der Ligandisierung des Albumins bei der Anwendung des Hepalbin-Rezirkulationsmodells zu untersuchen. Dazu sollen neben der Ligandisierung und Deligandisierung zusätzlich verschiedene Albuminkonzentrationen und Flussraten im Dialysat gegenübergestellt werden. Das Ziel dabei ist, die bezüglich der Detoxifikationsleistung des Hepalbin-Rezirkulationsmodells optimale Konfiguration zu finden und diese im Anschluss mit dem aktuell am häufigsten angewandten künstlichen Leberunterstützungssystem, dem MARS, zu vergleichen.

2. Material und Durchführung

2.1 Das Zweikompartimentmodell als Versuchsgrundlage

Als Grundlage aller in-vitro Experimente dient das Zweikompartimentmodell. Dabei bildet ein Reservoir, welches den menschlichen Organismus modellhaft darstellen soll, das erste Kompartiment. Dieses wird über einen Kreislauf mit einer Membran verbunden, worüber Dialyselösungen oder weitere Kreisläufe angeschlossen werden können. Zum Antrieb des Patientenkreislaufes dient eine Rollerpumpe. Zudem werden dieser Patientenlösung aus dem Reservoir bei der Zuführung zur Membran kontinuierlich die zu untersuchenden Toxine durch eine Infusion aus dem direkt angeschlossenen zweiten Kompartiment in der Menge weiterhin zugeführt, wie sie durch den menschlichen Körper in einer bestimmten Zeit produziert werden. Damit wird dieser Versuchsaufbau klinisch besser verwertbar als ohne Infusionslösung, da die zu entfernenden Substanzen im Patienten während der laufenden Dialyse ebenso nachgebildet werden oder aus dem Extravasalraum in das Blut diffundieren. [47]



Patientenkreislauf

Abbildung 1: Schema des Zweikompartimentmodells

Flussrate [ml/h] Patientenkreislauf	Flussrate [ml/h] Infusion
9000	90

Tabelle 1: Flussraten des Zweikompartimentmodells

2.2 Herstellung der Stoffgemische

Für die Lösung im Patientenkreislauf werden zunächst die fettlöslichen Toxine Gallensäuren, direktes und indirektes Bilirubin sowie Bromsulphthalein in einer 0,1 molaren Natriumhydroxidlösung aufgelöst. Für jeden dieser Stoffe werden dabei pro Liter der Patientenlösung 20 ml dieser Natriumhydroxidlösung verwendet. Danach kommen die wasserlöslichen Stoffe

Ammoniumchlorid, Kreatinin und Harnstoff zur Auflösung hinzu. Nun wird Albumin dazugegeben. Dafür findet 20-prozentige Lösung von ligandisiertem Human-Serum-Albumin (salzarm, Behring) Anwendung. Die Auffüllung auf die gewünschte Gesamtfüssigkeitsmenge im Patientenkreislauf erfolgt mit Plasma. Vor der Beigabe von Heparin und Antithrombin III wird die Lösung auf einen pH-Wert von 7,4 titriert.

Die Herstellung der Infusionslösung ist nahezu identisch zur Patientenlösung. Es wird lediglich statt Plasma eine Natriumchloridlösung in physiologischer Konzentration von 0,9 Prozent zur Auffüllung des Stoffgemisches auf die gewünschte Flüssigkeitsmenge verwendet. Heparin und Antithrombin III finden keine Anwendung.

Stoff	Menge pro Liter in der Patientenlösung	Menge pro Liter in der Infusionslösung
Albumin (Humanserumalbumin) 20 Prozent - ligandisiert	90 ml	250 ml
Gallensäuren	400 mg	300 mg
Bilirubin unkonjugiert	100 mg	30 mg
Bilirubin konjugiert	100 mg	30 mg
Bromsulphthalein	200 mg	300 mg
Ammoniumchlorid	53 mg	810,81 mg
Kreatinin	100 mg	1500 mg
Harnstoff	1800 mg	48841 mg
Heparin	5000 IE	
Antithrombin III	166,66 IE	

Tabelle 2: Stoffkonzentrationen in der Patienten- und in der Infusionslösung

2.3 Die Versuche im Überblick

2.3.1 Das Hepalbin-Rezirkulationsmodell

Das Hepalbin-Rezirkulationsmodell beinhaltet zwei durch eine HighFlux-Membran (PUREMA H, Membrana GmbH) voneinander getrennte Kreisläufe, den Patienten- und den Dialysat-kreislauf. In beiden Kreisläufen, die im Gegenstromprinzip verlaufen, befinden sich jeweils vor und hinter der Membran Messpunkte zur Bestimmung der vorliegenden Stoffkonzentrationen. Der Dialysatkreislauf besteht aus einer Rollerpumpe, einer weiteren Membran und einem Cluster aus zwölf Hepalbin-Adsorbern (Albutec GmbH), wobei je drei Adsorber zusammengesteckt werden. Dieser 4x3-Cluster dient der Reinigung des Albumins von den aus dem Patientenkreislauf entfernten Toxinen. Über die zusätzliche LowFlux-Membran

(Fresenius polysulfone, Hemoflow F6HPS, Fresenius Medical Care AG & Co. KGaA) wird Lösungsmittel durch passive Ultrafiltration entfernt. Damit kann trotz der zeitgleichen Zuführung der Infusionslösung mit 90 ml/h in den Patientenkreislauf die gesamte Flüssigkeitsmenge des Systems konstant bleiben. Die Entfernung erfolgt dabei über eine an der Dialysemaschine eingestellte Ultrafiltrationsrate, die zusammen mit der durch die Probenentnahmen bedingten Flüssigkeitsentfernung stündlich 90 ml beträgt. Diese Versuche wurden an dem Hämodilutionssystem BM 25 (Baxter International, Inc.) durchgeführt.

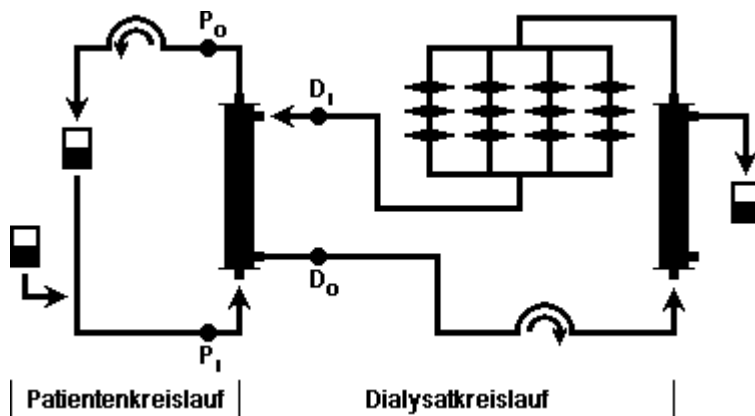


Abbildung 2: Schema des Hepalbin-Rezirkulationsmodells

Messpunkte: P_i: Plasma input
P_o: Plasma output
D_i: Dialysat input
D_o: Dialysat output

Mit diesem Modell werden vier verschiedene Anwendungen des Albumins im Dialysatkreislauf untersucht, wobei die Versuchsdauer und die Flussrate konstant bleiben. Es geht dabei um die Auswirkungen von ligandisiertem oder deligandisiertem Albumin, in jeweils sieben- oder 15-prozentiger Konzentration.

	Albumin	Albumin [%]	Versuchsdauer [min]	Flussrate [ml/h] Dialysatkreislauf
Versuch 1	ligandisiert	15	300	2000
Versuch 2		7		
Versuch 3	deligandisiert	15		
Versuch 4		7		

Tabelle 3: Einstellungen der Versuche am Hepalbin-Rezirkulationsmodell

2.3.2 Kombination von Hepalbin-Rezirkulation und kontinuierlicher veno-venöser Hämodialyse (CVVHD)

In diesem 24-Stunden-Experiment wird das Hepalbin-Rezirkulationsverfahren mit der kontinuierlichen veno-venösen Hämodialyse (continuous veno-venous hemodialysis [CVVHD]) kombiniert. Bei ersterem handelt es sich um das unter 2.3.1 vorgestellte Modell, wobei deligandisiertes Albumin in 7-prozentiger Konzentration verwendet wird. Im Dialysatkreislauf wird eine Flussrate von 8 Litern pro Stunde gewählt. Die Versuchsdauer beträgt 480 Minuten. Anschließend kommt bei demselben Patientenkreislauf die CVVHD über weitere 960 Minuten zum Einsatz. Ebenfalls im Gegenstromprinzip wird dabei das Dialysat mit 3 Litern pro Stunde durch die HighFlux-Membran (PUREMA H, Membrana GmbH) am Patientenkreislauf vorbeigeführt, nimmt die zu entfernenden Stoffe daraus auf und wird danach gesammelt und verworfen. Um hierbei ebenso das Gesamtvolumen bei anhaltender Infusion in den Patientenkreislauf konstant zu halten, wird wiederum eine Ultrafiltration eingestellt, die in Kombination mit den Probenentnahmen 90 ml/h entsprechen. Als Dialysemaschine kam bei diesem Kombinationsverfahren die System One (NxStage Medical, Inc.) zum Einsatz.

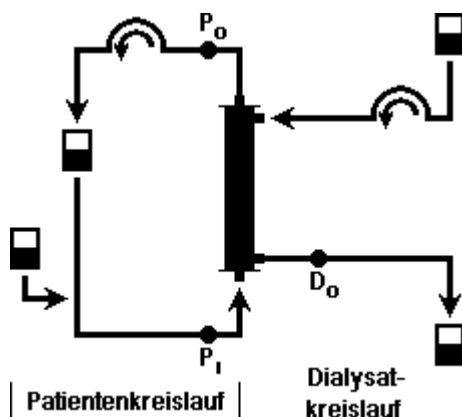


Abbildung 3: Schema des CVVHD-Modells

Messpunkte: Pi: Plasma input
Po: Plasma output
Do: Dialysat output

Behandlungsmethode	Albumin	Albumin [%]	Versuchsdauer [min]	Flussrate [ml/h] Dialysatkreislauf
Hepalbin-Rezirkulation	deligandisiert	7	480	8000
CVVHD	-	-	960	3000

Tabelle 4: Einstellungen des 24-Stunden-Versuches mit Hepalbin-Rezirkulation und CVVHD

2.3.3 Molecular Adsorbent Recirculation System (MARS) durchgehend

Beim Molecular Adsorbent Recirculation System werden drei Kreisläufe verwendet, der Patienten-, der MARS- und der Dialysatkreislauf. Der Kontakt zwischen den ersten beiden wird durch die MARS FLUX 2.1 (HighFlux) hergestellt, als Verbindung zum Dialysatkreislauf dient die diaFLUX 1.8 (LowFlux). Im MARS-Kreislauf befinden sich ein Aktivkohlefilter (diaMARS AC250) und ein Anionenaustauscher (diaMARS IE250). [15,31] Diese Bauteile und die Membranen entstammen dem MARS treatment kit – type 1112/1 (Gambro Lundia AB, Schweden). [15] Der Aktivkohlefilter und Anionenaustauscher im Mittelkreislauf dient der Aufnahme der lipophilen Stoffe und damit der Reinigung des Albumins, wohingegen durch den Dialysatkreislauf analog zu einer Hämodiafiltration die wasserlöslichen Toxine aus dem mittleren Kreislauf entfernt werden. [10] In den Dialysatkreislauf wird zusätzlich durch feste Einstellung die Lösungsmenge ultrafiltriert, die zusammen mit der Flüssigkeitsentfernung durch Probenentnahme stündlich den 90 ml entsprechen, die dem Patientenkreislauf durch die Infusionslösung aus dem zweiten Kompartiment gleichbleibend zugeführt werden. Die Oberfläche der MARS FLUX ist mit 2,1 m² größer als die der HighFlux-Membran der Hepalbin-Rezirkulationsversuche. Diese hat eine Fläche von 1,7 m², ebenso die diaFLUX bei MARS. [15] Im Gegensatz zum Hepalbin-Rezirkulationsmodell verlaufen die einzelnen Kreisläufe innerhalb der Membranen im Gleichstromprinzip. Als Dialysemaschinen dienten der MARS-Monitor (Baxter International, Inc.) für die Realisierung des Mittelkreislaufes und das Hämodiafiltrationssystem BM 25 (Baxter International, Inc.) zum Antrieb des Patienten- und Dialysatkreislaufes.

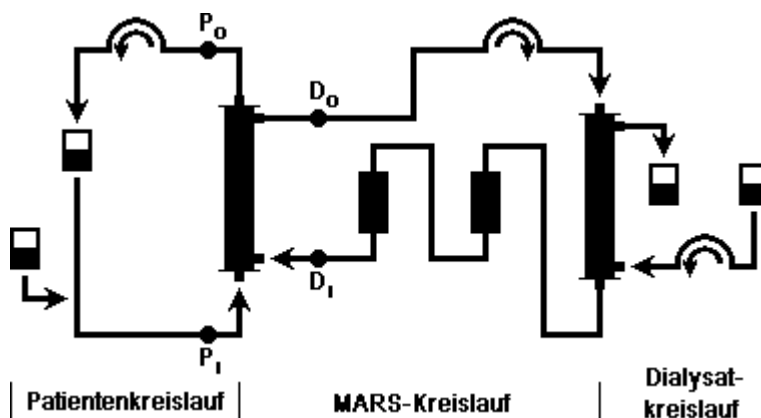


Abbildung 4: Schema des MARS-Modells

Messpunkte: P_i: Plasma input
P_o: Plasma output
D_i: Dialysat input
D_o: Dialysat output

Albumin	Albumin [%]	Versuchsdauer [min]	Flussrate [ml/h] MARS-Kreislauf	Flussrate [ml/h] Dialysatkreislauf
ligandisiert	15	1440	9000	2000

Tabelle 5: Einstellungen des 24-Stunden-Versuches mit dem MARS-Modell

2.3.4 Molecular Adsorbent Recirculation System (MARS) intermittierend

Der Versuchsaufbau ist während der ersten acht Stunden ähnlich zu dem unter 3.3.3.

Die Veränderungen sind lediglich die auf 30 Liter pro Stunde gesteigerte Flussrate im Dialysatkreislauf, zuzüglich der bereits erläuterten Ultrafiltration und die Nutzung einer anderen Dialysemaschine. Dies war neben dem MARS-Monitor (Baxter International, Inc.) die Fresenius 2008E (Fresenius SE & Co. KGaA).

Albumin	Albumin [%]	Versuchsdauer [min]	Flussrate [ml/h] MARS-Kreislauf	Flussrate [ml/h] Dialysatkreislauf
ligandisiert	15	480	9000	30000

Tabelle 6: Einstellungen des 24-Stunden-Versuches mit dem MARS-Modell

Anschließend wurde die Hämodialyse beendet. Zur weiteren Beurteilung dieser Behandlungsmethode lief das Zweikompartimentmodell mit fortgesetzter Toxinmessung an der Fresenius 2008E (Fresenius SE & Co. KGaA) über weitere 16 Stunden. Mittels Ultrafiltration wurde die Gesamtmenge an Flüssigkeit konstant gehalten.

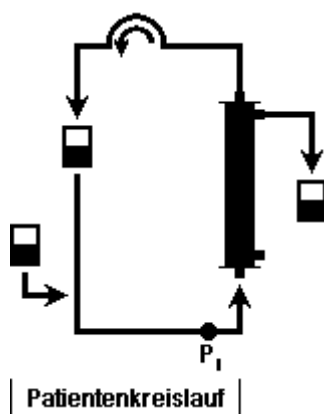


Abbildung 5: Schema des Versuchsaufbaus ohne Toxinentfernung mit fortgesetzter Toxinmessung

Messpunkte: P₁: Plasma input

2.4 Versuchsablauf

Jeder Versuchsaufbau existierte dreimal, wobei die drei Experimente zeitgleich und parallel abliefen. Aus den pro Zeit- und Messpunkt anfallenden drei Proben wurde der Mittelwert gebildet und zur Auswertung herangezogen.

2.4.1 Probenentnahmen

Im Patienten- und Dialysatkreislauf (bei MARS: MARS-Kreislauf) befinden sich je zwei Messpunkte zur Entnahme der Lösungen, je einer vor und der andere hinter der Membran. Plasma input (P_i) enthält die Plasmalösung, die in die Membran zur Filtration eintritt, Plasma output (P_o) jene Lösung, die auf der Patientenseite wieder aus der Membran austritt. Analog dazu befindet sich im Dialysat input (D_i) jenes Gemisch, welches der Membran nach Reinigung durch die Adsorbersysteme zur Aufnahme der Toxine zugeführt wird. Diese zugesetzten Substanzen werden hinter der Membran in der Lösung im Dialysat output (D_o) gemessen.

Zu Beginn der Experimente erfolgte die Probenentnahme an den einzelnen Messpunkten im Abstand von zehn Minuten. Diese Intervalle wurden mit zunehmender Versuchsdauer größer. Während den simulierten Behandlungen über sechs Stunden existierten 13 Messungen, bei acht Stunden 14 Messungen, und bei den 24 Stunden andauernden Experimenten waren es 20 Zeitpunkte zur Bestimmung der Stoffkonzentrationen. Die Octanoatkonzentration und Albuminbindungskapazität wurden jedoch nicht zu jedem Zeitpunkt bestimmt.

Messzeitpunkte in Minuten (Endpunkt je nach Versuchslänge)
0, 10, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180, 240, 300, 360, 480, 600, 720, 900, 1080, 1260, 1440

Tabelle 7: Zeitpunkte der Probenentnahmen

2.4.2 Bestimmung der Stoffkonzentrationen

Die Konzentration an Albumin wurde mittels der Bromkresolgrünmethode ermittelt. Dazu bildet das Albumin bei einem pH-Wert von 4,2 unter Bindung des Farbstoffes Bromkresolgrün einen Komplex. Die Farbintensität dieser Reaktion wird photometrisch gemessen und ist dabei zur Albuminkonzentration direkt proportional. [16,41]

Die in den Experimenten vorhandenen Toxine wurden zur Beurteilung der Detoxifikationsleistung der einzelnen Versuchsaufbauten auf direktes und indirektes Bilirubin sowie die Gallensäuren beschränkt. Die Bilirubinbestimmung erfolgte nach Jendrassik und Grof. Dazu wird aus einem Teil der Lösung zunächst das direkte Bilirubin mit diazotierter Sulfanilsäure gespalten. In alkalischem Milieu wird das somit entstandene Azopigment photometrisch ge-

messen, wobei die Farbintensität wiederum proportional zur vorhandenen Konzentration an direktem Bilirubin ist. Das indirekte Bilirubin wird bei dieser Messung noch nicht berücksichtigt. Dazu muss dieses im nächsten Schritt aus einem weiteren Teil der ursprünglichen Entnahmelösung mittels einer Coffeinlösung aus der Albuminbindung gelöst werden. Danach erfolgt erneut die eben genannte Bilirubinbestimmung, wobei man nun die Menge des Gesamtbilirubins der Probe erhält. Die Konzentration des indirekten Bilirubins ergibt sich dabei aus der Differenz des ermittelten gesamten und direkten Bilirubins. [13,40] Die Gallensäurenkonzentration wurde enzymatisch nach der Methode von Mashige et al. gemessen. Dabei werden die Gallensäuren durch 3 α -Hydroxy-steroid-dehydrogenase oxidiert, wobei das Coenzym NAD⁺ reduziert wird. In dieser nun reduzierten Form als NADH + H⁺ kommt es durch die Diaphorase zu einer zweiten Redoxreaktion, wobei zugeführtes Nitrotetrazolium-Blau zu Formazan reagiert. Dieses wird nun photometrisch gemessen und spiegelt darüber die ursprüngliche Gallensäurenkonzentration wider. [16,26]

Aufgrund der differenzierten Verwendung von ligandisiertem und deligandisiertem Albumin floss ebenso Octanoat in die Auswertung ein. Dazu werden die in der Probenlösung vorhandenen Fettsäuren nach Vorbereitung und anschließender Zentrifugation von den übrigen Bestandteilen getrennt und anschließend die Octanoatkonzentration mittels der Gaschromatographie bestimmt.

2.4.3 Bestimmung der Albuminbindungskapazität

Als wichtiger Marker für die funktionellen Eigenschaften des Albumins wurde die Albuminbindungskapazität (ABiC) in der Bewertung berücksichtigt. Diese wird nach der Methode von Klammt et al. bestimmt. Zunächst erfolgt mithilfe der Nephelometrie die Messung der Albuminkonzentration in der jeweiligen Probenlösung und anschließend wird Albumin einheitlich auf 150 $\mu\text{mol/l}$ verdünnt. Danach vermischt man einen Teil dieser Lösung mit einer bestimmten Menge des Fluoreszenz-Markers Dansylsarkosin, welcher spezifisch für die Bindungsstelle II des Albuminmoleküls ist. Danach wird durch Ultrafiltration der ungebundene Marker entfernt und mittels Fluoreszenz-Spektrometrie dessen Menge bestimmt. Dabei wird die Lösung mit ungebundenem Dansylsarkosin zur Verstärkung der Fluoreszenz mit deligandisiertem Albumin ergänzt. Diese Messung muss nun erneut mit einer entsprechenden Referenz-Albuminlösung erfolgen. Dazu dienen gereinigtes und deligandisiertes Albumin oder standardisierte Präparate aus gesammeltem menschlichem Plasma, welche eine Bindungskapazität von 100 Prozent haben. Da jeweils die ungebundene Menge an Dansylsarkosin berücksichtigt wird, errechnet sich die Albuminbindungskapazität nun als Verhältnis aus der Konzentration des ungebundenen Fluoreszenzmarkers am Referenz-Albumin und derer am Albumin aus der Probenlösung, multipliziert mit dem Faktor 100. Somit ist die Bin-

dungskapazität des Albumins aus der Probenlösung eine relative Kapazität, bezogen auf das Referenzalbumin und verwertbar für Substanzen, die selektiv an die Bindungsstelle II binden. [20,21,44]

2.5 Vergleichsmöglichkeiten

Bei den Versuchen am Hepalbin-Rezirkulationsmodell lassen sich die Albuminform (ligandisiert versus deligandisiert), Albuminkonzentration (15 Prozent versus 7 Prozent) und die Flussrate im Dialysatkreislauf (2000 ml/h versus 8000 ml/h) bei einer Behandlungsdauer von sechs Stunden gegenüberstellen. Dabei wird nur der zu untersuchende Faktor verändert, wohingegen die anderen beiden konstant bleiben.

Des Weiteren erfolgt ein Vergleich zwischen dem Hepalbin-Rezirkulationsmodell und MARS über sechs Stunden, wobei die Kriterien mit ligandisiertem Albumin in 15-prozentiger Konzentration und einer Flussrate von 2000 ml/h im Dialysatkreislauf gleich sind.

Die drei durchgeführten Experimente über 24 Stunden eignen sich zur Bewertung von drei verschiedenen Leberunterstützungsverfahren. Dies sind die kombinierte Behandlung aus Hepalbin-Rezirkulation (deligandisiertes Albumin, 7 Prozent, 8000 ml/h Dialysatfluss) und CVVHD gegenüber einer kontinuierlichen MARS-Therapie (ligandisiertes Albumin, 15 Prozent, 2000 ml/h Dialysatfluss) über 24 Stunden sowie ein Vergleich aus eben jener kontinuierlichen MARS-Therapie und einer intermittierenden und forcierten Behandlung über acht Stunden pro Tag (ligandisiertes Albumin, 15 Prozent, 30000 ml/h Dialysatfluss).

2.6 Grafische Darstellungen

Zur grafischen Darstellung der gemessenen Stoffkonzentrationen wird SigmaPlot in der elften Version (Systat Software, Inc.) verwendet. Die größte Bedeutung haben dabei der Verlauf der Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf, die Stoffentfernung aus dem zweiten Kreislauf sowie die über die Membran filtrierte Konzentrationen der einzelnen Substanzen. Zur Beurteilung der Stoffmengen im Patientenkreislauf dient Plasma input als Messpunkt. Für die grafische Darstellung werden die Werte in relativen Konzentrationen der zu entfernenden Substanzen umgerechnet. Der Ausgangswert ist dabei der Messwert nach zehn Minuten. Dieser Zeitpunkt gewährleistet eine ausreichend gute Verteilung der Substanzen im System. Der Verlauf der Grafen spiegelt demnach nicht den absoluten Konzentrationsverlauf der Stoffe wieder, sondern dient der verbesserten optischen Vergleichbarkeit mit anderen Behandlungsvarianten und dem Behandlungserfolg im Vergleich zur Ausgangssituation. Das erste Diagramm eines jeden Vergleiches zweier Behandlungsmodalitäten stellt den relativen Verlauf der Albuminkonzentration im Patientenkreislauf dar. Da die verwendeten Membranen

undurchlässig für Albumin sind, kann durch eventuell aufgetretene signifikant unterschiedliche Konzentrationsverläufe des Albumins zwischen zwei Versuchen auf Verdünnungs- oder Konzentrierungseffekte geschlossen und die Konzentrationsverläufe der einzelnen Stoffe relativiert werden.

Die gemessenen Stoffkonzentrationen im Dialysat input lassen Rückschlüsse auf die Toxin-entfernung aus dem zweiten Kreislauf durch Adsorber, Anionenaustauscher oder einen dritten Kreislauf zu. Hierzu kommen die absoluten Konzentrationen der Gallensäuren, des direkten und indirekten Bilirubins zur Darstellung.

Eine Aussage über die Filtrationskonzentrationen über die Membran kann durch die Differenz der Werte aus Dialysat output und Dialysat input getroffen werden, welche ebenfalls für Gallensäuren und Bilirubin Verwendung finden.

Die Beschriftung der Grafen beinhaltet die jeweiligen Einstellungen der zu verändernden Größen aller Experimente. Dies sieht einheitlich wie in Abbildung 6 dargestellt aus. Die Flussrate im dritten Kreislauf wird dabei nur bei den Versuchen mit dem MARS angegeben.

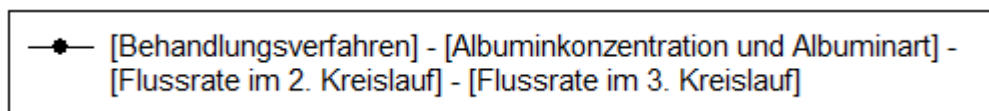


Abbildung 6: Grafenbeschriftung

In der Abbildungslegende unterhalb eines jeden Diagrammes erfolgt die Erläuterung der Ergebnisse anhand der Nennung wichtiger und bedeutender Werte.

2.7 Statistische Auswertung und Beurteilung der Ergebnisse

Im Haupttext werden die Ergebnisse nach den jeweiligen Diagrammen beurteilt. Grundlage der damit einhergehenden statistischen Auswertungen sind jedoch nicht durchgehend die Werte der relativen Stoffkonzentrationen, wie sie für die grafischen Darstellungen zum Einsatz kommen. Es wird zusätzlich ein Verhältnis aus Stoff- und Albuminkonzentration eingesetzt. Damit sollen Verfälschungen durch ungleichmäßigen Lösungsmittelaustausch zwischen den Kompartimenten einzelner Versuche ausgeglichen werden, da Albumin als Referenzgröße nicht membrangängig ist und in allen Versuchen in gleicher Ausgangsmenge angewendet und standardisiert über das zweite Kompartiment zugeführt wird. Die einzelnen Stoffkonzentrationen liegen in den Einheiten $\mu\text{mol/l}$ für Gallensäuren und Bilirubin, sowie mmol/l für Octanoat vor und werden entsprechend in mol/l umgerechnet. Albumin wird an den Messpunkten in g/l angegeben. Die Molekülmasse dieses Trägerstoffes beträgt 66470 g/mol . [8] Somit erhält man mittels Division des Messwertes durch die Molekülmasse die Albuminkonzentration ebenfalls in mol/l . Nun setzt man die jeweilige Stoffkonzentration in

das Verhältnis zur Albuminkonzentration des gleichen Messpunktes bei gleicher Messzeit und erhält die Stoffmenge pro Albuminmenge in mol/mol. Somit können vergleichende Aussagen zu den vorliegenden Stoffmengen der einzelnen Toxine getroffen werden. Dies betrifft nur die Auswertungen der Konzentrationen im Patientenkreislauf (Messpunkt Plasma input) zum Bilirubin und Octanoat sowie den Gallensäuren. Die Resultate zum Albumin und der Albuminbindungskapazität werden anhand der relativen Werte (relativ zum Ausgangswert nach 10 Minuten), die Ergebnisse aus dem Messpunkt Dialysat input sowie die Filtrationskonzentrationen über die Membran anhand der absoluten Konzentrationen ausgewertet. Dieses Verfahren des Verhältnisses aus Stoff- und Albuminmenge eignet sich jedoch nur zum isolierten und direkten Vergleich der Detoxifikationsleistung zweier Behandlungsstrategien, um eventuelle Störfaktoren wie unterschiedliche Volumenschwankungen auszugrenzen. Da man bei einem in-vivo Verfahren zunächst ebenfalls von dem Auftreten der Verdünnungs- sowie Konzentrierungseffekten ausgehen muss, sind die relativen Stoffkonzentrationen für den zu behandelnden Patienten relevant und werden als solche in den Diagrammen dargestellt. Nur diese Werte geben die wahren Verläufe der Toxinkonzentrationen anschaulich wieder, denen der Patient während und nach der Behandlung weiterhin ausgesetzt ist.

		Grafische Darstellung	Statistische Auswertung anhand der p-Werte
Messpunkt: Plasma input	Albumin	relative Konzentrationen zum Zeitpunkt: 10 Minuten	Stoffkonzentrationen im Verhältnis zu den Albuminkonzentrationen
	direktes Bilirubin		
	indirektes Bilirubin		
	Gallensäuren		
	Octanoat		
	ABiC		
Messpunkt: Dialysat input	direktes Bilirubin	absolute Konzentrationen	nicht untersucht
	indirektes Bilirubin		
	Gallensäuren		
Filtrations- konzentration	direktes Bilirubin		
	indirektes Bilirubin		
	Gallensäuren		

Tabelle 8: Schematische Übersicht zur grafischen Darstellung und statistischen Auswertung der Messergebnisse

Die statistischen Analysen wurden mit SAS (SAS Institute Inc.) erstellt. Als statistische Methode kam dabei das ANOVA Modell nach Brunner et al. zur Anwendung. Dieses Modell ist imstande, die Auswirkungen der Behandlungszeit, der Behandlungsart und die Wechselwirkungen zwischen dieser Zeit und der jeweilige Therapie zu beurteilen. Damit können signifi-

kante Unterschiede der Verlaufskurven der ermittelten Werte über die Zeit nachgewiesen werden. Das heißt, ob die beiden jeweils miteinander zu vergleichenden Grafen in Abhängigkeit der Zeit statistisch sicher unterschiedlich zueinander verlaufen. Als signifikant unterschiedlich ist dies bei einem p-Wert von maximal 0,05 anzunehmen ($p \leq 0,05$). Somit beträgt die Irrtumswahrscheinlichkeit der ermittelten Signifikanzen maximal 5 Prozent. [7,33]

3. Ergebnisse

3.1 Vergleich verschiedener Konzentrationen und der Ligandisierung des Humanserumalbumins unter Anwendung des Hepalbin-Rezirkulationsmodells

3.1.1 15 Prozent Humanserumalbumin – ligandisiert versus deligandisiert

3.1.1.1 Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf

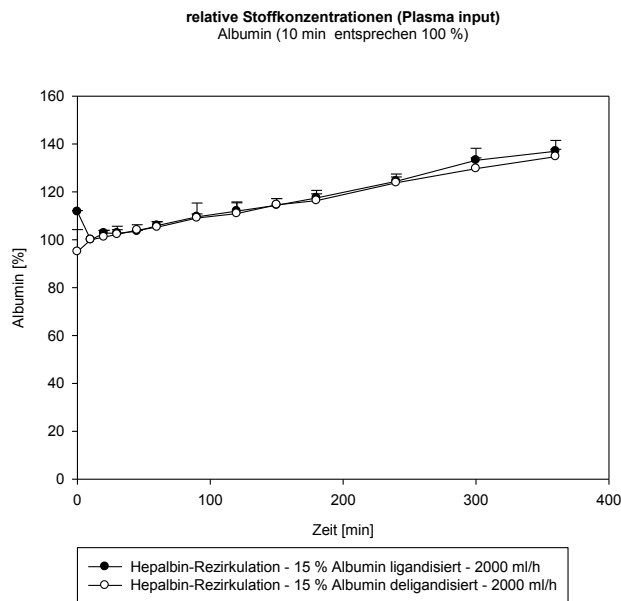


Abbildung 7: Im Verlauf des sechsständigen Experimentes steigt die relative Albuminkonzentration um circa 35 Prozentpunkte an. Dabei werden nur zum Ende des Versuches Differenzen von maximal 3 Prozentpunkten zwischen beiden Albuminvarianten gemessen. (Anhang Tabelle A1, A9)

Aufgrund der durchgehenden Zuführung des Albumins aus der Infusionslösung in den Patientenkreislauf kommt es zu einem kontinuierlichen Anstieg dieses Trägermoleküls. Die Unterschiede der relativen Konzentrationsverläufe zwischen beiden Behandlungen sind dabei zwar statistisch signifikant ($p=0,0011$), in ihrer Ausprägung aber sehr gering.

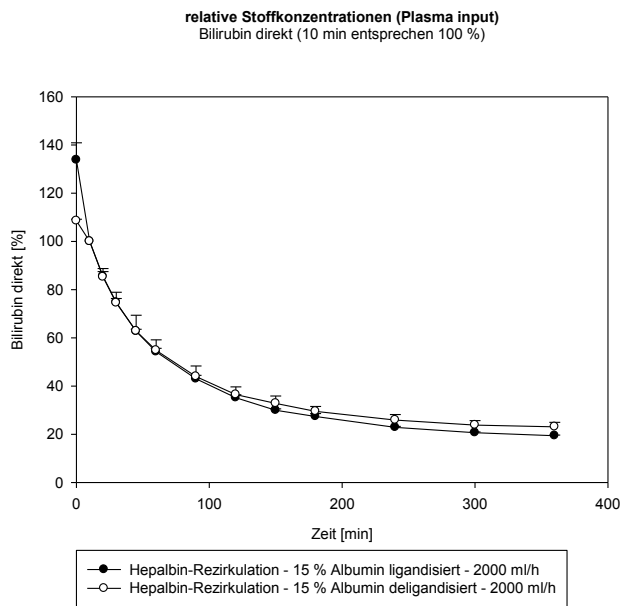


Abbildung 8: Die Entfernung des direkten Bilirubins profitiert nicht vom gereinigten Albumin. Nach zwei Stunden ergeben sich Vorteile durch ligandisiertes Albumin. Die relativen Konzentrationen betragen nach der simulierten Behandlung 19 Prozent (ligandisiert) gegenüber 23 Prozent (deligandisiert) des Ausgangswertes bei zehn Minuten. (Anhang Tabelle A1, A9)

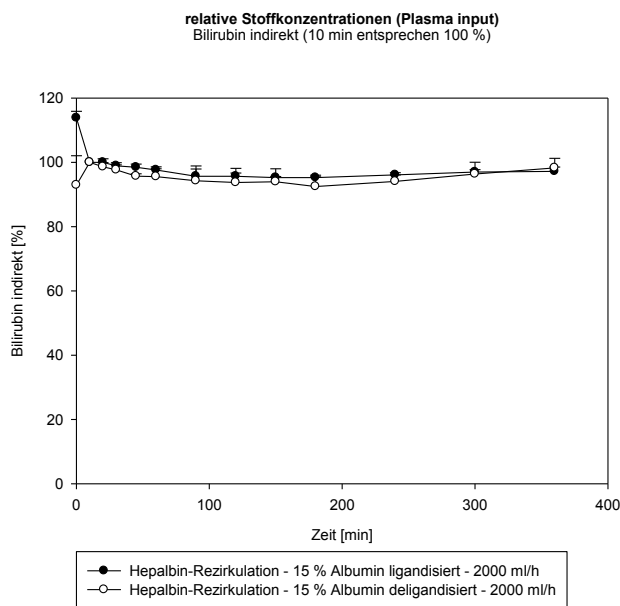


Abbildung 9: Das indirekte Bilirubin wird in etwa in der durch das Zweikompartimentmodell zugeführten Menge aus dem Patienten filtriert, sodass die Ausgangskonzentration annähernd konstant bleibt (97 Prozent nach 6 Stunden). Hierbei kann deligandisiertes Albumin nur in den ersten beiden Dritteln der Versuchsdauer die geringeren Plasmakonzentrationen erreichen. Im Maximum sind dies 3 Prozentpunkte weniger nach 180 Minuten. (Anhang Tabelle A1, A9)

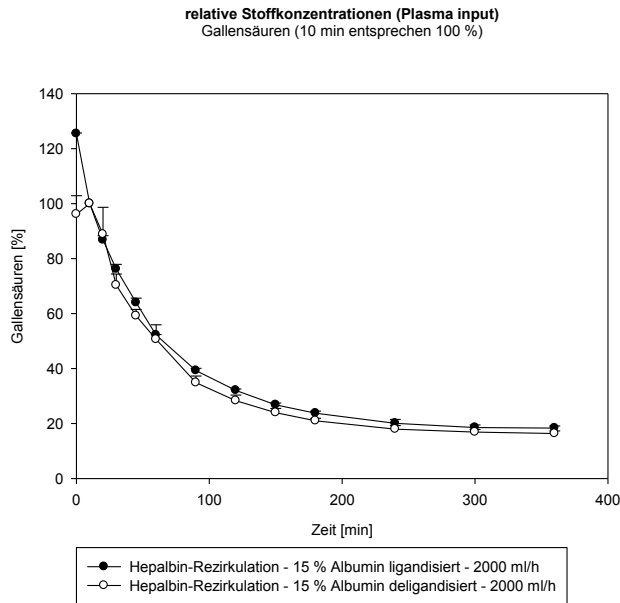


Abbildung 10: Bei den Gallensäuren beträgt dieser Unterschied eine um maximal 4 Prozentpunkte geringere Konzentration unter deligandisiertem Albumin. Damit sinkt die Menge an diesem Stoff während der Behandlung auf 16 Prozent ab. (Anhang Tabelle A1, A9)

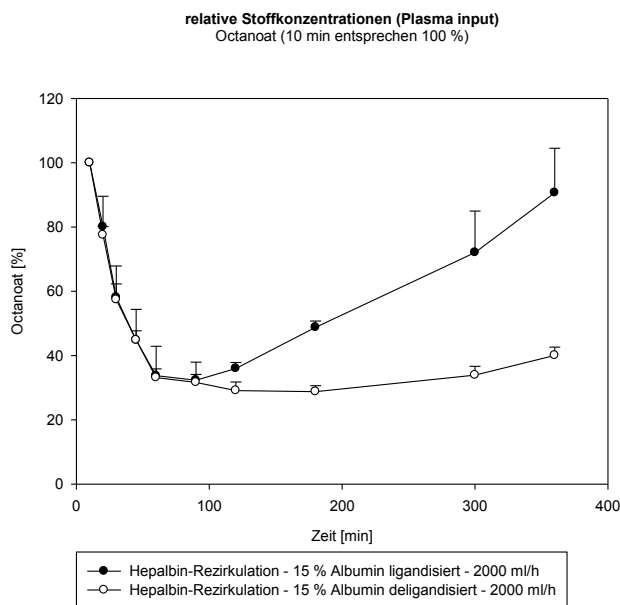


Abbildung 11: Innerhalb der ersten 90 Minuten kann von beiden Behandlungsvarianten das Octanoat effektiv aus dem Patienten entfernt werden. Bei dem Versuch mit octanoatversetztem Albumin steigt die Konzentration dieser Fettsäure danach wieder recht stark an, sodass diese nach insgesamt sechs Stunden nur noch 9 Prozentpunkte unterhalb des Ausgangswertes von zehn Minuten liegt. Dem entgegen steigt dieser Stoff bei Verwendung von deligandisiertem Albumin erst nach drei Stunden von der bis dahin erreichten Minimalkonzentration von 29 Prozent auf lediglich 40 Prozent an. (Anhang Tabelle A1, A9)

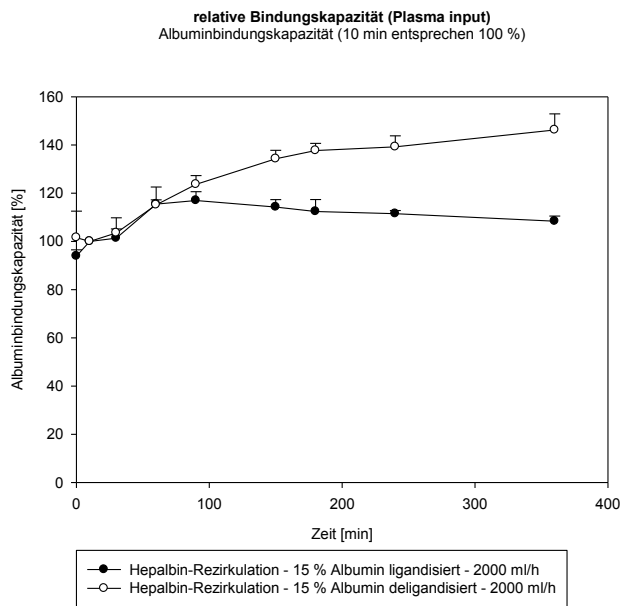


Abbildung 12: Bei der Albuminbindungskapazität zeigt sich ab einer Behandlungsdauer von 90 Minuten ebenfalls eine Verbesserung durch den Einsatz von deligandisiertem Albumin. Diese beträgt nach sechs Stunden bei Albumin mit Stabilisatoren durchschnittlich 108 Prozent und ohne Stabilisatoren 146 Prozent des Zehnminutenwertes. (Anhang Tabelle A1, A9)

Die Verwendung von deligandisiertem Albumin im Dialysatkreislauf in 15-prozentiger Konzentration zeigt gegenüber Albumin in ligandisierter Form über eine Behandlungsdauer von sechs Stunden eine hochsignifikant verbesserte Senkung der Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf für Octanoat ($p < 0,0001$) sowie eine größere Steigerung der Albuminbindungskapazität ($p < 0,0001$). Die Unterschiede zwischen den Konzentrationskurven des indirekten Bilirubins ($p = 0,0181$) beider Versuchsreihen sind ebenso signifikant. Dabei findet lediglich während der ersten vier Stunden unter der Therapie mit deligandisiertem Albumin die bessere Elimination dieses Stoffes statt. Demgegenüber können unter ligandisiertem Albumin niedrigere Konzentrationen von direktem Bilirubin ($p = 0,0496$) erreicht werden. Bei den Gallensäuren wurde keine Signifikanz nachgewiesen.

Die Ausgangskonzentrationen von direktem Bilirubin und Gallensäuren können insgesamt deutlich gesenkt werden, die des Octanoats zum Versuchsende nur mithilfe deligandisierten Albumins. Durch das Zweikompartmentmodell wird dem Patientenkreislauf kontinuierlich mit Octanoat ligandisiertes Albumin zugeführt. Die zusätzliche Octanoatbelastung der Adsorber durch ebenfalls ligandisiertes Albumin im Dialysat führt zu einer früheren Sättigung dieser und in der Folge zu einem höheren Wiederanstieg dieses Stoffes im Plasma nach anfänglich suffizienter Entfernung. Die Konzentrationen des indirekten Bilirubins verbleiben im Bereich der Ausgangswerte. Daher ist darauf zu schließen, dass die durch die Behandlung entfernte Menge an indirektem Bilirubin in etwa der durch das Zweikompartmentmodell bedingten Zuführung dieses Stoffes entspricht.

An den Werten für die Octanoatkonzentration sowie die Albuminbindungskapazität zeigen sich die Auswirkungen beider unterschiedlicher Albuminvarianten am besten. Dabei kann das Hepalbin-Rezirkulationsmodell die erhöhte Octanoatbelastung unter der Verwendung ligandisierten Albumins nur innerhalb der ersten Stunde kompensieren, wohingegen sich ab der zweiten Behandlungsstunde deutliche Unterschiede nachweisen lassen. Unter deligandisiertem Albumin werden mit einer höheren Albuminbindungskapazität und insgesamt niedrigeren Octanoatkonzentration im Gegensatz zum Vergleichsversuch die für den Patienten besseren Ergebnisse erzielt.

3.1.1.2 Toxinentfernung durch die Aktivkohleadsorber

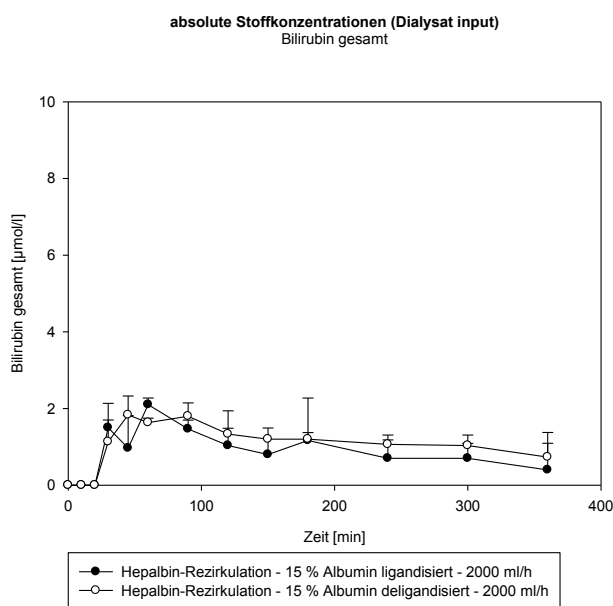


Abbildung 13: Bilirubin ist im Messpunkt Dialysat input innerhalb der ersten 20 Minuten nicht nachweisbar und steigt danach in beiden Versuchen auf Konzentrationswerte zwischen 0,5 bis 2 µmol/l.

Die Gallensäuren können hingegen über die gesamte Versuchsdauer vollständig aus dem Dialysatkreislauf entfernt werden und liegen unterhalb der Nachweisgrenze. (Anhang Tabelle A3, A11)

In Bezug auf die Toxinentfernung aus dem Dialysatkreislauf durch die Aktivkohleadsorber lassen sich zwischen den beiden Versuchsvarianten keine Signifikanzen messen. Hier kann Bilirubin im Gegensatz zu den Gallensäuren im Verlauf in beiden Fällen nicht vollständig entfernt werden.

3.1.1.3 Filtrationskonzentrationen über die Membran

Konzentrationsunterschiede zwischen Dialysat output und Dialysat input ($\Delta D = D_o - D_i$)
Bilirubin direkt

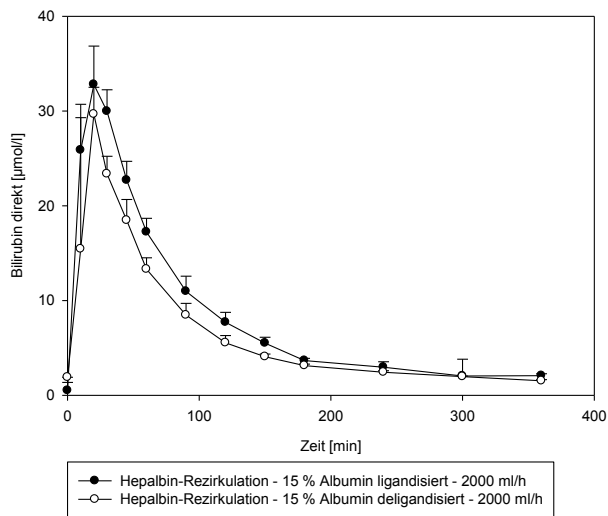


Abbildung 14: Die Menge an direktem Bilirubin, die über die Membran aus dem Patienten- in den Dialysatkreislauf filtriert wird, hat ihr Maximum von circa 30 µmol/l innerhalb von 20 Minuten erreicht und sinkt danach kontinuierlich ab. Dabei sind die Filtrationskonzentrationen unter ligandisiertem Albumin durchgehend größer. (Anhang Tabelle A4, A12)

Konzentrationsunterschiede zwischen Dialysat output und Dialysat input ($\Delta D = D_o - D_i$)
Bilirubin indirekt

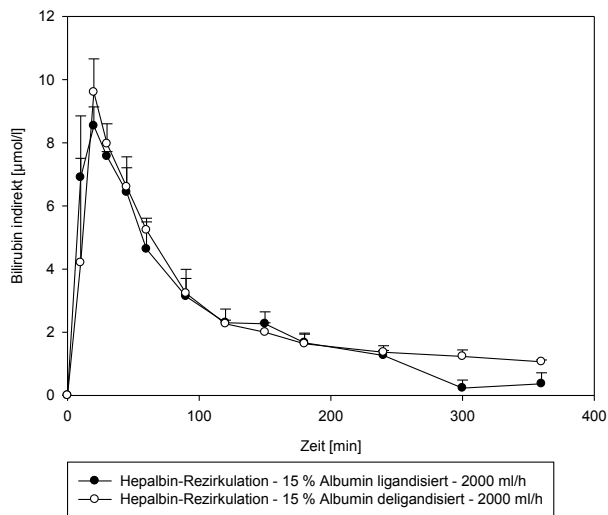


Abbildung 15: Indirektes Bilirubin kann in den ersten vier Stunden von keiner der beiden Behandlungsvarianten vermehrt profitieren, danach fällt die filtrierte Menge unter ligandisiertem Albumin stärker ab. (Anhang Tabelle A4, A12)

Konzentrationsunterschiede zwischen Dialysat output und Dialysat input ($\Delta D = D_o - D_i$)
Gallensäuren

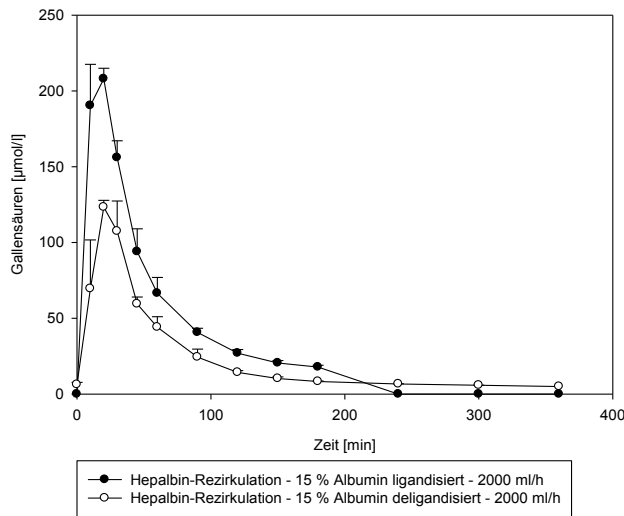


Abbildung 16: Die filtrierten Gallensäurenkonzentrationen verhalten sich ähnlich zu denen vom Bilirubin. Die höchsten Werte werden mit 208 $\mu\text{mol/l}$ (15 Prozent Albumin ligandisiert) beziehungsweise 123 $\mu\text{mol/l}$ (15 Prozent Albumin deligandisiert) nach 20 Minuten gemessen. Während der ersten Behandlungshälfte sind unter ungereinigtem Albumin größere Filtrationskonzentrationen zu messen. In der zweiten Hälfte können die Gallensäuren in dem Versuch im Punkt Dialysat output nicht mehr nachgewiesen werden. (Anhang Tabelle A4, A12)

Im Behandlungsverlauf fällt die filtrierte Stoffmenge pro Zeit bei beiden Versuchsreihen für jeden Stoff ab. Die maximale Filtrationskonzentration wird ausnahmslos nach 20 Minuten gemessen. Unter ligandisiertem Albumin im Dialysatkreislauf passieren zumeist die höheren Stoffmengen an direktem Bilirubin und Gallensäuren die Membran. Für das indirekte Bilirubin sind keine definitiven Unterschiede erhebbar. Damit entsprechen die Verläufe der Filtrationskonzentrationen des direkten Bilirubins und der Gallensäuren, aufgrund des sinkenden Konzentrationsgradienten, denen der relativen Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf. Lediglich die filtrierte Menge pro Zeit an indirektem Bilirubin fällt ebenso im Verlauf ab, obwohl im Patientenkreislauf und im Messpunkt Dialysat input vor der Membran nahezu konstante Stoffmengen und damit gleichbleibende Gradienten gemessen werden.

3.1.2 7 Prozent Humanserumalbumin – ligandisiert versus deligandisiert

3.1.2.1 Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf

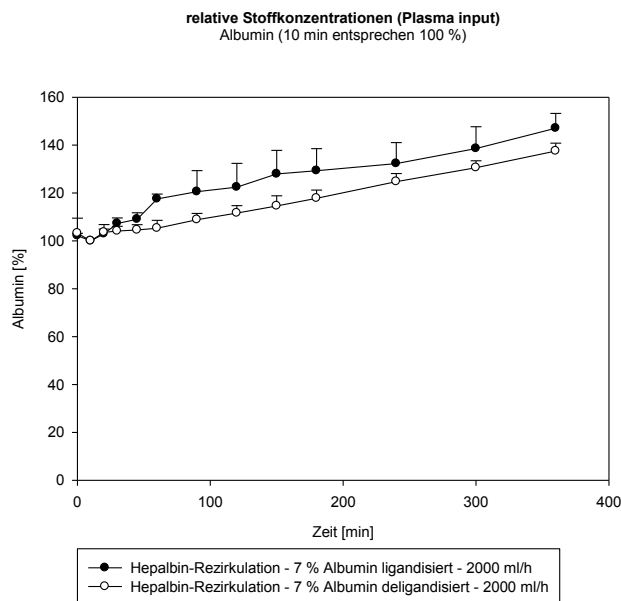


Abbildung 17: Die relative Albuminkonzentration im Patientenkreislauf steigt im Verlauf an. Bei Verwendung von ligandisiertem Albumin werden dabei die höheren Werte gemessen. Nach sechs Stunden sind dies 147 Prozent des Ausgangswertes bei zehn Minuten gegenüber 138 Prozent unter deligandisiertem Albumin. (Anhang Tabelle A5, A13)

Der Konzentrationsanstieg des Albumins in beiden Versuchsreihen ist wiederum durch das Zweikompartmentmodell bedingt. Bei Verwendung des ligandisierten Albumins im Dialysat-kreislauf findet durchschnittlich eine stärkere Konzentrierung des Trägermoleküls im Patientenkreislauf statt als durch die deligandisierte Form. Dabei fallen die Standardabweichungen allerdings auch größer aus, sodass sich zwischen den beiden Experimenten mit ligandisiertem und deligandisiertem Albumin keine Signifikanzen finden lassen. Von einer nachweislich verstärkten Konzentrierung der in der Patientenlösung gelösten Stoffe durch übermäßigen Flüssigkeitsentzug ist daher nicht auszugehen.

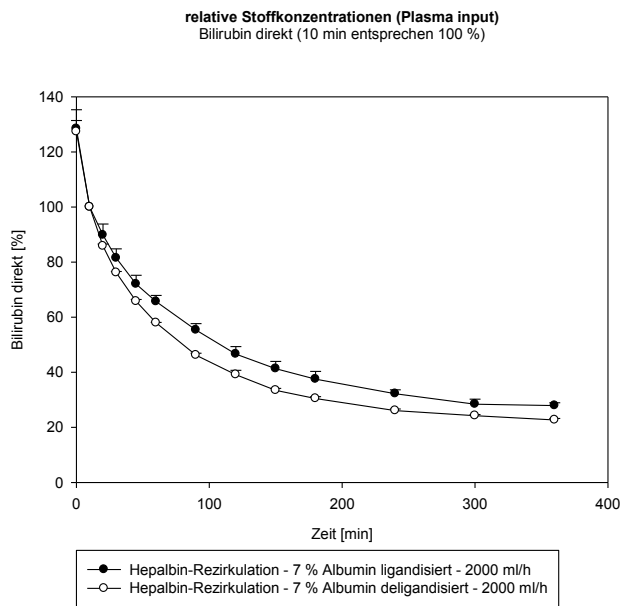


Abbildung 18: Mit Hilfe des deligandisierten Albumins werden durchgehend die niedrigeren Bilirubinkonzentrationen (direktes Bilirubin) gemessen. Der Unterschied der Detoxifikationsleistung beider Albuminvarianten beträgt dabei im Maximum 14 Prozentpunkte (120 Minuten) und nach sechs Stunden noch 6 Prozentpunkte. (Anhang Tabelle A5, A13)

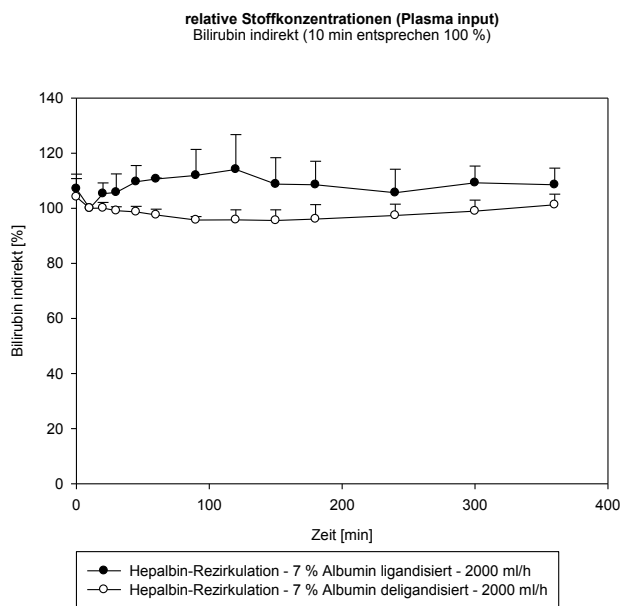


Abbildung 19: Beim indirekten Bilirubin können mit Hilfe des deligandisierten Albumins Konzentrationen erreicht werden, die bis auf die Sechsstundenmessung unterhalb der Ausgangskonzentration liegen. Demgegenüber ist Albumin in der ligandisierten Form nicht in der Lage, der zusätzlichen Belastung durch das Zweikompartmentmodell gerecht zu werden, sodass netto ein Konzentrationsanstieg bis maximal 114 Prozent (120 Minuten) des indirekten Bilirubins zu messen ist. (Anhang Tabelle A5, A13)

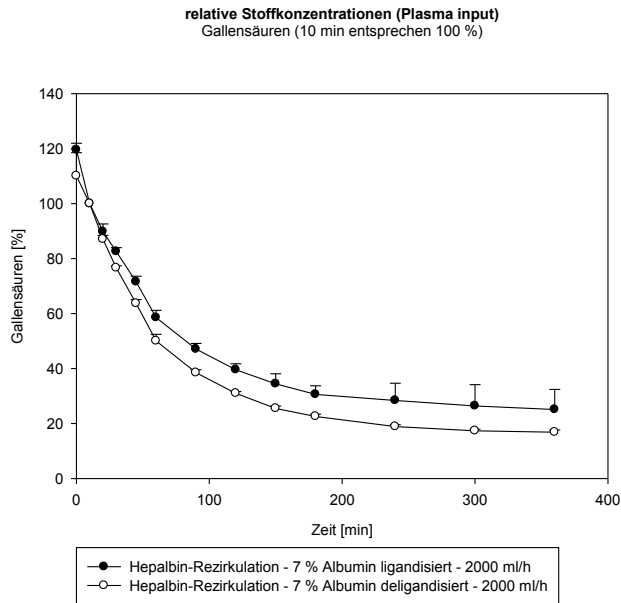


Abbildung 20: Ebenso bedeutet die Entfernung der Stabilisatoren dieser 7-prozentigen Albuminlösung für die Filtration der Gallensäuren einen Vorteil von durchschnittlich 8 Prozentpunkten nach sechs Stunden. Darunter kann die relative Konzentration dieses Stoffes im Plasma auf 17 Prozent des Ausgangswertes gesenkt werden. (Anhang Tabelle A5, A13)

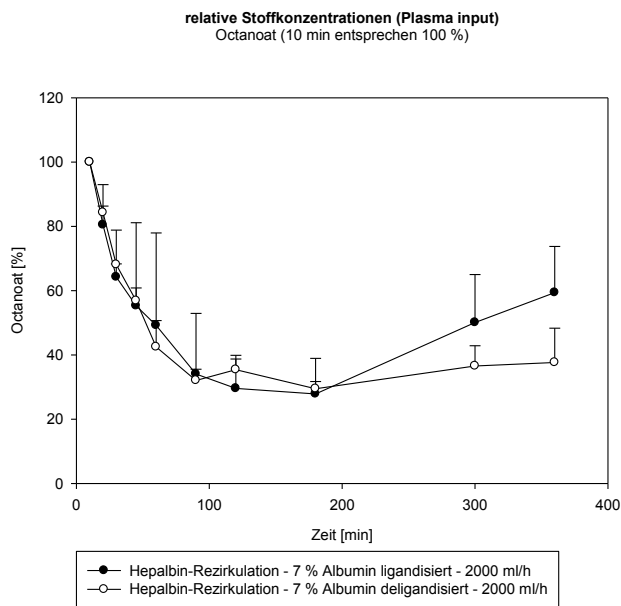


Abbildung 21: Trotz der geringen Albuminkonzentration zeigt sich ab einer Dauer von drei Stunden eine unterschiedliche Entwicklung der Octanoatkonzentrationen in beiden Versuchen. Zum Ende des Versuches liegen diese relativ zur Ausgangskonzentration bei 38 Prozent (7 Prozent Albumin deligandisiert), respektive 59 Prozent (7 Prozent Albumin ligandisiert). (Anhang Tabelle A5, A13)

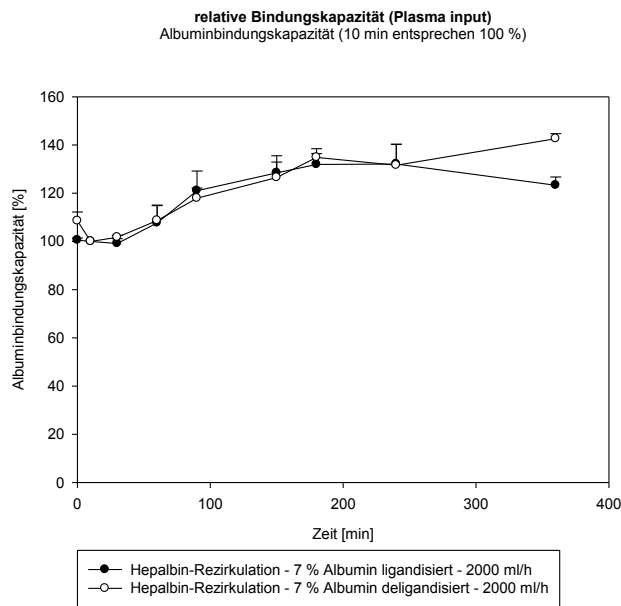


Abbildung 22: Die Albuminbindungskapazität (ABiC) verläuft bis zur Messung bei vier Stunden ohne signifikante Unterschiede zwischen beiden Versuchsversionen durchschnittlich ansteigend auf 132 Prozent des Zehnminutenwertes. Lediglich zum Sechsstundenwert steigt diese Kapazität im deligandisierten Experiment weiter auf 143 Prozent, wohingegen mit ligandisiertem Albumin ein Abfall auf 123 Prozent zu messen ist. (Anhang Tabelle A5, A13)

Eine signifikant verbesserte Senkung der Ausgangskonzentrationen zeigt sich bei der Verwendung von deligandisiertem Albumin über eine sechsstündige Behandlung nur für Octanoat ($p=0,0369$) und direktes Bilirubin ($p=0,0168$). Ebenso steigt darunter die Albuminbindungskapazität ($p=0,0448$) stärker an, deutlich messbar allerdings erst nach sechs Stunden. Auch wenn mithilfe dieser Albuminvariante für die weiteren untersuchten Toxine im Behandlungsverlauf durchschnittlich die jeweils niedrigeren Konzentrationen gemessen wurden, sind diese Unterschiede nicht ausreichend, um eine Irrtumswahrscheinlichkeit von unter 5 Prozent zu erzielen.

Die Stoffmenge zum Versuchsbeginn an direktem Bilirubin und Gallensäuren wird wiederum stark reduziert. Die Konzentration des indirekten Bilirubins verbleibt im Versuchsverlauf in etwa im Bereich der Ausgangswerte. Die Octanoatkonzentration kann durch beide Versuche in der ersten Behandlungshälfte gleichermaßen auf unter ein Drittel des Ausgangswertes gesenkt werden. In der zweiten Hälfte zeigt sich durch die Verwendung ligandisierten Albumins eine möglicherweise früher einsetzende Sättigung der Aktivkohlesorber durch die stärkere Toxinbelastung. In der Folge ist dabei, aufgrund der konstanten Zuführung von ligandisiertem Albumin aus der Infusionslösung, ein stärkerer Wiederanstieg der relativen Octanoatkonzentration im Vergleich zum Versuch mit deligandisiertem Albumin zu messen. Bei der Verwendung einer 7-prozentigen Albuminlösung im Dialysatkreislauf ergibt sich zwischen der ligandisierten und deligandisierten Form erst ab der fünften Behandlungsstunde ein Unterschied bezüglich der Albuminbindungskapazität im Patientenkreislauf. Zuvor ver-

läuft diese in beiden Versuchsreihen ähnlich durchschnittlich ansteigend. Lediglich die Messung zum Therapieende nach sechs Stunden macht die Auswirkung der unterschiedlichen Albuminformen deutlich. Während unter deligandisiertem Albumin die Albuminbindungskapazität des Patienten weiter erhöht werden kann, kommt es bei Verwendung ligandisiertem Albumins zu einer Regression bezüglich der bereits erreichten Werte.

3.1.2.2 Toxinentfernung durch die Aktivkohleadsorber

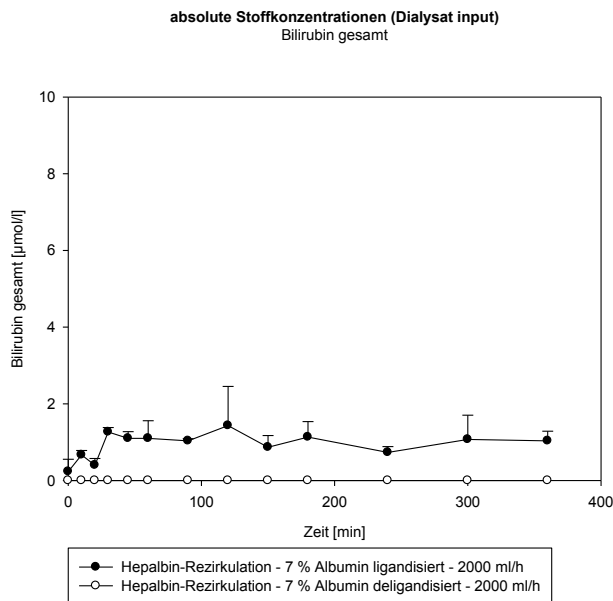


Abbildung 23: Die Aktivkohleadsorber arbeiten unter Verwendung von deligandisiertem Albumin sehr effektiv, sodass die Bilirubinkonzentrationen im Messpunkt Dialysat input unterhalb der Nachweisgrenze liegen. Durch die zusätzliche Octanoatbelastung im Vergleichsversuch kommt es hingegen mit Konzentrationen bis maximal 1,5 µmol/l zu keiner vollständig Entfernung dieses Stoffes.

Lediglich die Gallensäurenkonzentrationen sind bei beiden Versuchsreihen nicht messbar. (Anhang Tabelle A7, A15)

Die scheinbar frühere Sättigung der Adsorber wird ebenso bei den Messungen des Bilirubins im Dialysat input deutlich, wenn auch in nichtsignifikantem Ausmaß. Hier können unter Verwendung von ligandisiertem Albumin beide Bilirubinformen nicht vollständig aus dem Dialysat entfernt werden. Da die Bilirubinkonzentration nahezu von Beginn an auf einem konstant niedrigen Niveau verläuft, ist eher von einer relativen Sättigung aufgrund einer, durch zusätzliches Octanoat bedingten, höheren Toxinbelastung pro Zeit auszugehen. Die Gallensäurenentfernung erfolgt in beiden Versuchen restlos. Demgegenüber ist unter deligandisiertem Albumin keiner dieser Stoffe nachweisbar.

3.1.2.3 Filtrationskonzentrationen über die Membran

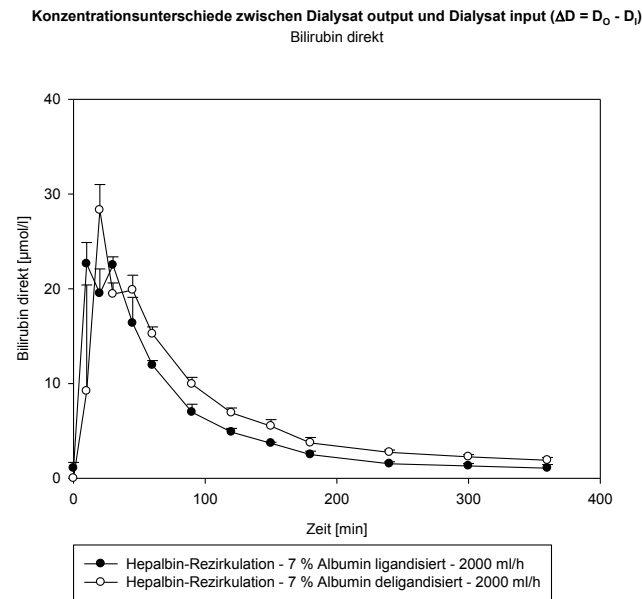


Abbildung 24: Für das direkte Bilirubin werden die höheren Filtrationskonzentrationen ab einer Behandlung von 45 Minuten kontinuierlich durch deligandisiertes Albumin erreicht. Die Differenzen zum Verlauf unter ligandisiertem Albumin liegen dabei zwischen 1 und 3 µmol/l. Die maximale Filtrationsmenge wird ebenfalls unter deligandisiertem Albumin gemessen. Diese beträgt nach 20 Minuten 28 µmol/l. Im Vergleichsversuch sind dies nach zehn Minuten 23 µmol/l. Bis zum Behandlungsende sinkt diese Konzentration bei beiden Behandlungsvarianten unter 2 µmol/l ab. (Anhang Tabelle A8, A16)

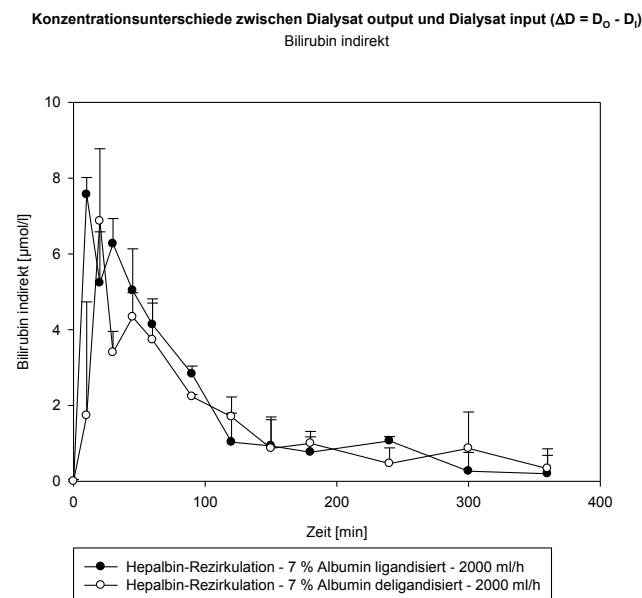


Abbildung 25: Für indirektes Bilirubin zeigt sich keine bessere Filtrationsrate durch eine der beiden Versuchsvarianten. Das Maximum wird nach zehn Minuten mit 8 µmol/l unter ligandisiertem Albumin erreicht. Die Filtrationskonzentration beträgt jedoch bereits ab der dritten Behandlungsstunde in beiden Versuchen nahezu durchgehend unter 1 µmol/l. (Anhang Tabelle A8, A16)

Konzentrationsunterschiede zwischen Dialysat output und Dialysat input ($\Delta D = D_o - D_i$)
Gallensäuren

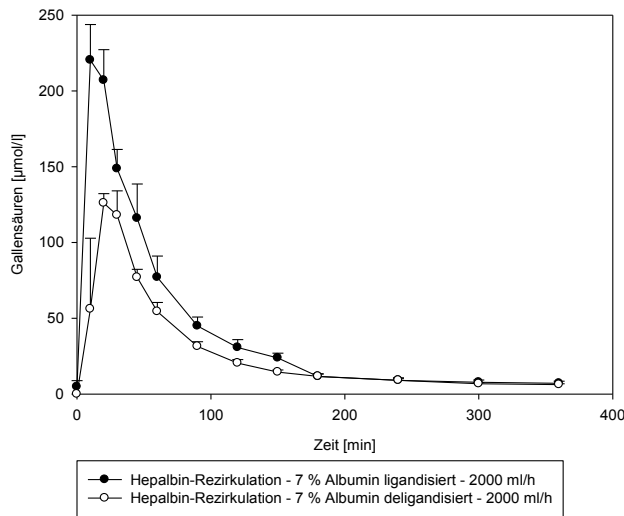


Abbildung 26: Es werden für Gallensäuren unter Verwendung von ligandisiertem Albumin in den ersten 2,5 Stunden höhere Konzentrationen gemessen, die durch die Membran aus dem Patientenkreislauf filtriert werden (maximal 220 µmol/l gegenüber 126 µmol/l nach 20 Minuten). Ab der Messung nach drei Stunden sind diese Werte für beide Versuchsreihen nahezu identisch und es befinden sich zum Ende 7 µmol Gallensäuren in einem Liter Filtrat. (Anhang Tabelle A8, A16)

Für jeden der drei untersuchten Stoffe gilt bezüglich der filtrierten Menge, dass die maximale Konzentration innerhalb der ersten 20 Minuten erreicht wird und die Verlaufskurven der Konzentrationen bis zum Behandlungsende nach sechs Stunden asymptotisch gegen sehr viel niedrigere Werte konvergieren. Dabei entsprechen die Konzentrationsverläufe des direkten Bilirubins und der Gallensäuren wiederum denen der relativen Konzentrationen im Patientenkreislauf. Dies resultiert aus den geringer werdenden Gradienten hin zum Dialysatkreislauf bei konstant bleibenden Mengen im Messpunkt Dialysat input. Die höheren Filtrationsmengen des direkten Bilirubins werden ab dem Ende der ersten Behandlungsstunde unter deligandisiertem Albumin, diejenigen der Gallensäuren bis zum Verlauf der dritten Stunde unter ligandisiertem Albumin gemessen. Bei dem indirekten Bilirubin zeigt sich wieder einmal, dass die Filtrationskonzentrationen mit zunehmender Behandlungsdauer stark abnehmen, obwohl die Plasmakonzentrationen auf der Höhe der Ausgangswerte verbleiben und dialysatseitig vor der Membran eine durchgehend nahezu konstante Stoffmenge gemessen wird.

3.1.3 Ligandisiertes Humanserumalbumin – 15 Prozent versus 7 Prozent

3.1.3.1 Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf

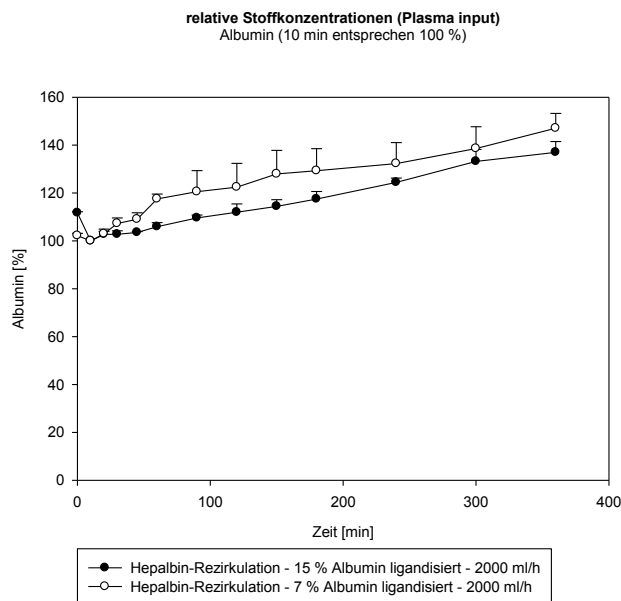


Abbildung 27: Die Menge an ligandisiertem Albumin in 7-prozentiger Konzentration steigt relativ zum Wert bei zehn Minuten stärker an als in doppelter Konzentration. Zum Versuchsende werden dabei 147 Prozent, respektive 137 Prozent gemessen. (Anhang Tabelle A1, A5)

Die Albuminkonzentration im Patientenkreislauf nimmt in beiden Versuchen kontinuierlich zu. Dabei steigt diese Konzentration unter der 7-prozentigen Albuminlösung in signifikant höherem Ausmaß ($p=0,0003$) als dies durch die 15-prozentige Lösung im Dialysat der Fall ist. Aufgrund der Verwendung einer für Albumin undurchlässigen Membran ist bei erstgenannter Versuchsreihe von einer übermäßigen Lösungsmittelabgabe an das Dialysat auszugehen. Bei der daraus resultierenden künstlichen und übermäßigen Konzentrierung des Albumins ist ebenso von einer entsprechenden Verfälschung der anderen gemessenen Toxine auszugehen. Aus diesem Grund beruhen die im Folgenden getroffenen Aussagen zu den Signifikanzen bezüglich der differenten Konzentrationsverläufe der untersuchten Toxine im Patientenkreislauf auf dem Verhältnis der Stoffmenge zur jeweiligen Albuminmenge, wodurch die unterschiedliche Konzentrierung durch nicht einheitliche Volumenverschiebungen in beiden Versuchsreihen ausgeglichen wird.

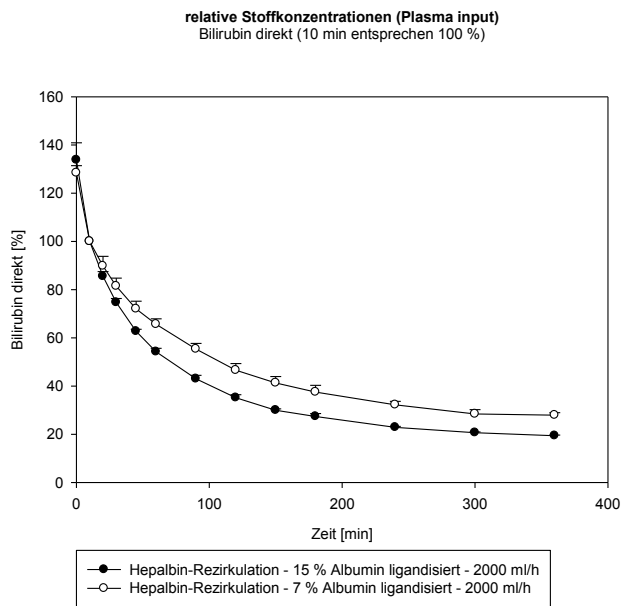


Abbildung 28: Direktes Bilirubin wird mit einem Unterschied von 9 Prozentpunkten zum Behandlungsende durch die höhere der beiden Albuminmengen besser aus dem Patienten entfernt (19 Prozent gegenüber 28 Prozent nach 6 Stunden). (Anhang Tabelle A1, A5)

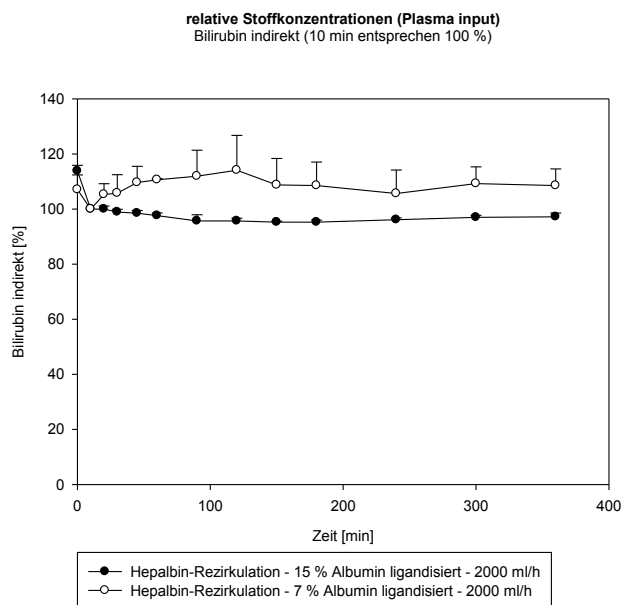


Abbildung 29: Die relativen Konzentrationen des indirekten Bilirubins verlaufen unter Verwendung von 15 Prozent Albumin in etwa im Bereich der Ausgangskonzentrationen in Form eines Steady States (97 Prozent nach 6 Stunden). Unter Verwendung der geringeren Albuminkonzentration beträgt diese zum Ende 109 Prozent. Die maximale Differenz zwischen beiden Versuchsreihen wird mit 18 Prozentpunkten nach zwei Stunden gemessen. (Anhang Tabelle A1, A5)

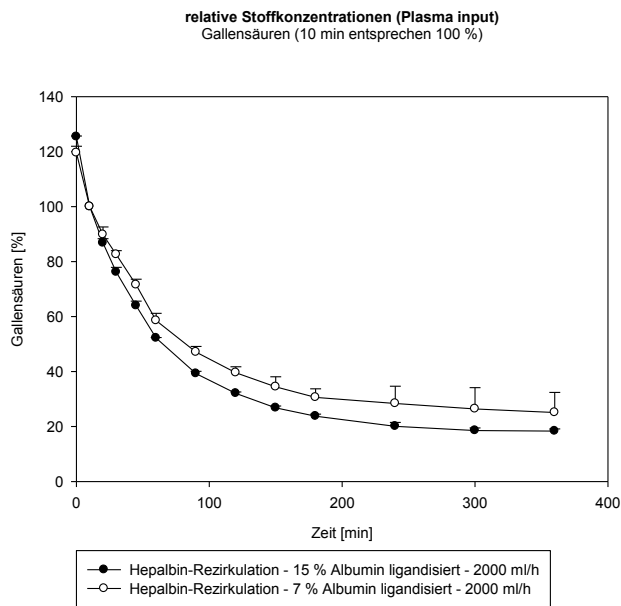


Abbildung 30: Die Gallensäuren werden wiederum sehr effektiv aus dem Patientenblut herausgefiltert. Die relativen Konzentrationen mit Bezug zum Zehnminutenwert betragen knapp ein Fünftel bei der Trägersubstanzkonzentration im Standardversuch und circa ein Viertel bei halbiert Konzentration. (Anhang Tabelle A1, A5)

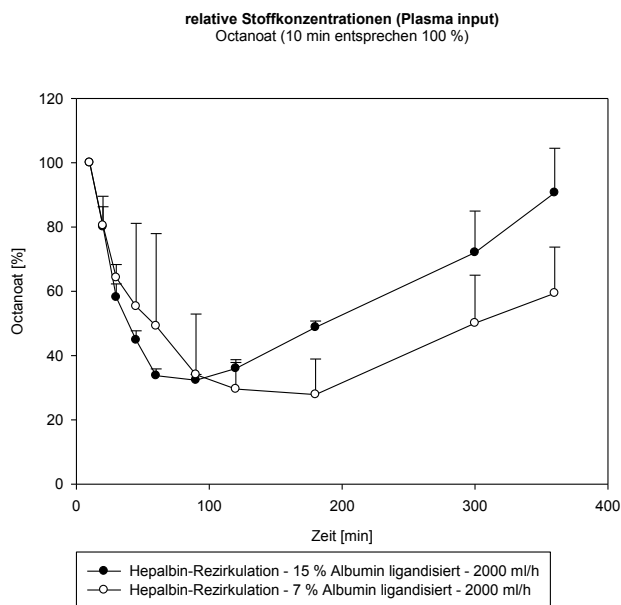


Abbildung 31: Nach anfangs rascher Octanoatentfernung kommt es mit zunehmender Versuchsdauer wieder zu einer Anreicherung dessen im Patientenkreislauf. Diese Kumulation ist bei steigender Albuminkonzentration größer. Die relative Octanoatkonzentration kann auf circa 30 Prozent gesenkt werden und steigt unter Verwendung von 15 Prozent Albumin nach sechs Stunden wieder auf 91 Prozent an. Im Versuch mit 7 Prozent Albumin werden zum Ende 59 Prozent der Ausgangskonzentration an Octanoat gemessen. (Anhang Tabelle A1, A5)

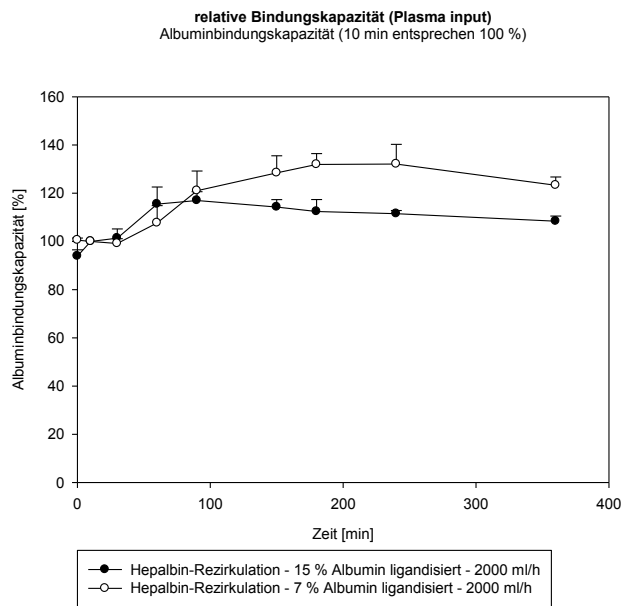


Abbildung 32: Ab einem Zeitpunkt von zwei Stunden wird eine Abhängigkeit der ABiC von der Albuminkonzentration deutlich. Hier weist das System mit der geringeren Konzentration die höhere Bindungskapazität mit maximal 132 Prozent (4 Stunden) auf. Unter der doppelten Menge Albumin werden maximal 117 Prozent des Ausgangswertes (90 Minuten) gemessen. (Anhang Tabelle A1, A5)

Die Verdopplung der Konzentration von ligandisiertem Albumin ergibt lediglich für die Detoxifikation des direkten Bilirubins ($p=0,0004$) signifikant niedrigere Konzentrationswerte im Patientenkreislauf. Demgegenüber kommt es bei der Verwendung von 15 statt 7 Prozent ligandisiertem Albumins durch die erhöhte Octanoatbelastung zu einer vermutlich früheren Sättigung der Aktivkohleadsorber und damit zu einer zusätzlichen Konzentrationssteigerung des Octanoats im Dialysatkreislauf. Dies hat eine Senkung des Konzentrationsgradienten über die Membran zur Folge. Somit geht der Vorteil einer besseren Toxinentfernung durch eine Steigerung der Albuminkonzentration mit einer vermehrten Anreicherung von Octanoat ($p=0,0028$) im Patienten einher. Bezüglich der Gallensäuren und des indirekten Bilirubins sind, ausgehend von dem Behandlungsverlauf, keine Signifikanzen messbar. Die insgesamt höhere Albuminbindungskapazität ($p<0,0001$) liegt unter der geringeren der beiden verwendeten Albuminkonzentrationen vor.

Relativ zum Ausgangswert nach zehn Minuten erfährt im Patientenkreislauf die Gallensäurenkonzentration in beiden Behandlungsvarianten die größte Senkung. Ebenfalls stark gesenkt werden kann die Menge an direktem Bilirubin. Die Konzentration an indirektem Bilirubin wird durch die Therapie mittels ligandisierten Albumins nur eingeschränkt verändert. Unter 15-prozentiger Albuminlösung wird diese durchgehend sehr knapp unterhalb des Ausgangswertes gehalten. Bei halbierten Albuminmenge im Dialysat ist selbst diese marginale Senkung nicht möglich. Darunter ist diese Toxinbelastung über den gesamten Behandlungsverlauf für den Patienten höher als zu Therapiebeginn.

Die gemessenen Werte der Octanoatkonzentration sowie der Albuminbindungskapazität zeigen am deutlichsten die unterschiedlichen Auswirkungen beider Behandlungsvarianten. Erstere kann bei der Verwendung einer Dialysatlösung mit 15 Prozent Albumin nach 90 Minuten auf die in diesem Behandlungsverlauf kleinsten Werte gesenkt werden. Danach scheint eine Sättigung der Aktivkohleadsorber einzusetzen, wodurch die weiterhin zugeführte Menge schlechter aus dem Patienten entfernt wird. Die Folge ist ein nahezu linearer Anstieg der Octanoatkonzentration. Unter der halbierten Albuminkonzentration im Vergleichsversuch kann diese Zeit, bis die vermutliche Sättigung der Adsorber eintritt, verdoppelt werden. Hierbei wird die minimale Stoffkonzentration nach 180 Minuten erreicht. Die weiterhin zugeführte Octanoatmenge ist in beiden Versuchen gleich, sodass diese Konzentration ab der vierten Behandlungsstunde in annähernd gleicher Geschwindigkeit mit entsprechendem zeitlichem Abstand ansteigt. Diese Ergebnisse werden durch die Werte zur Albuminbindungskapazität bestätigt. Im Versuch mit der höheren Albuminkonzentration wird die höchste Bindungskapazität im Patientenkreislauf nach 90 Minuten erreicht. Danach verschlechtert sich diese sukzessive. Bei verringerter, mit Octanoat ligandierter Albuminmenge im Dialysat kann die Bindungskapazität über einen längeren Zeitraum und auf höhere Werte gesteigert werden. Erst nach der vierten Stunde übersteigt auch diese verminderte Octanoatbelastung die Kompensationsfähigkeit des Hepalbin-Rezirkulationssystems und es kommt wiederum zu einem Abfall der Albuminbindungskapazität.

3.1.3.2 Toxinentfernung durch die Aktivkohleadsorber

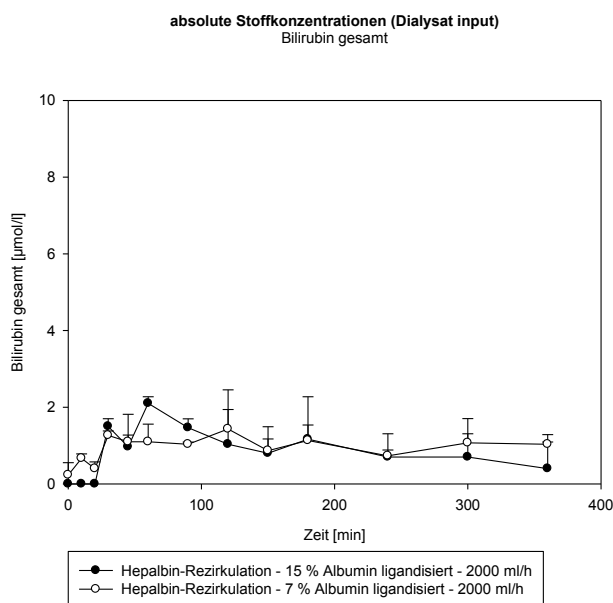


Abbildung 33: Bilirubin weist in beiden Versuchen mit durchschnittlich 1 µmol/l im Punkt Dialysat input messbare Konzentrationen auf, wohingegen die Gallensäuren über die komplette Versuchsdauer vollständig aus dem Dialysat entfernt werden. (Anhang Tabelle A3, A7)

Vergleicht man die Messwerte im Dialysat input beider Versuchsreihen miteinander, so sind für keinen der berücksichtigten Stoffe signifikante Unterschiede in Bezug auf die Adsorberleistung zu finden. Die Gallensäuren werden unter beiden Albuminvarianten zu jedem Zeitpunkt vollständig aus dem Dialysatkreislauf entfernt und sind während der Behandlung nicht nachweisbar, das Bilirubin jedoch nahezu durchgehend in geringen Konzentrationen.

3.1.3.3 Filtrationskonzentrationen über die Membran

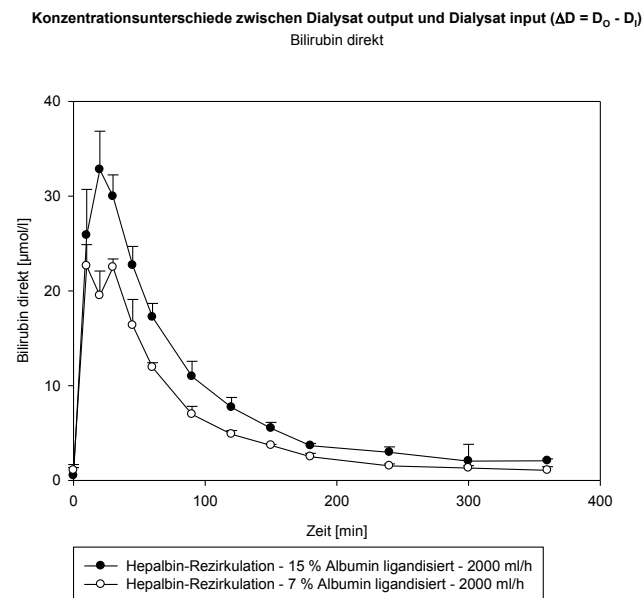


Abbildung 34: Die Filtrationskonzentration des direkten Bilirubins ist unter 15-prozentiger Albuminlösung durchgehend höher. Das Maximum beträgt darunter 33 $\mu\text{mol/l}$ (20 Minuten), bei halbierter Albuminmenge im Dialysat sind dies 23 $\mu\text{mol/l}$ (10 Minuten). Im Behandlungsverlauf sinkt diese über die Membran filtrierte Stoffkonzentration in beiden Versuchen bis zum Ende nach sechs Stunden auf 1 bis 2 $\mu\text{mol/l}$ ab. (Anhang Tabelle A4, A8)

Konzentrationsunterschiede zwischen Dialysat output und Dialysat input ($\Delta D = D_o - D_i$)
Bilirubin indirekt

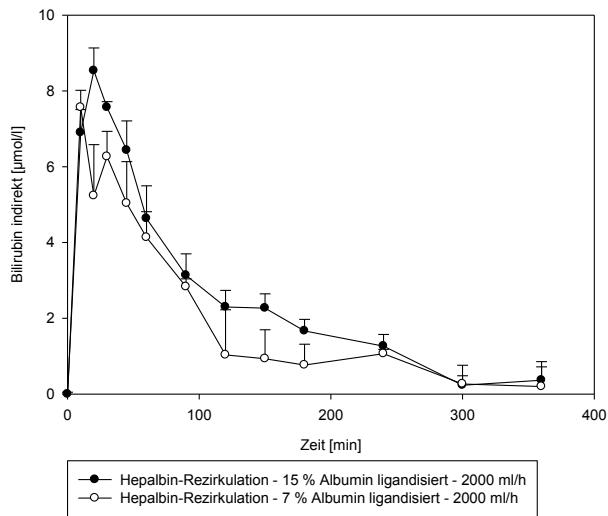


Abbildung 35: Der Konzentrationsunterschied von indirektem Bilirubin im Dialysatkreislauf entlang der Membran sinkt in beiden Versuchen kontinuierlich von circa 8 µmol/l auf unter 0,5 µmol/l. Die doppelte Albuminkonzentration ermöglicht dabei für indirektes Bilirubin die nahezu durchgehend minimal höheren Filtrationsmengen. (Anhang Tabelle A4, A8)

Konzentrationsunterschiede zwischen Dialysat output und Dialysat input ($\Delta D = D_o - D_i$)
Gallensäuren

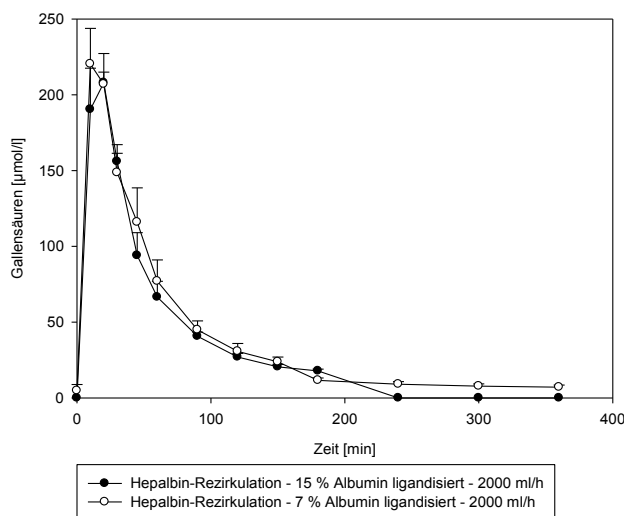


Abbildung 36: Die höchste Filtrationskonzentration der Gallensäuren wird innerhalb der ersten 20 Minuten erreicht und sinkt danach ab. Dabei werden unter 7-prozentiger Albuminlösung im Dialysat die zumeist höheren Werte gemessen. Nach vier Stunden ist im Vergleichsversuch ein Übertritt der Gallensäuren aus dem Patientenkreislauf nicht mehr nachweisbar. (Anhang Tabelle A4, A8)

Bei der Gegenüberstellung dieser zwei verschiedenen Therapievarianten zeigt sich, wie schon bei den bisherigen, dass die maximalen Filtrationskonzentrationen des direkten und indirekten Bilirubins sowie der Gallensäuren innerhalb der ersten 20 Minuten erreicht werden und diese im weiteren Versuchsverlauf stark absinken. Für das direkte Bilirubin und die Gal-

lensäuren geschieht dies entsprechend der Plasmakonzentrationen. Der Konzentrationsverlauf des indirekten Bilirubins folgt ebenfalls diesem Schema bei dennoch konstanten, beziehungsweise unter der verminderten Albuminmenge im Dialysat zu Beginn sogar ansteigenden Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf.

Beide Bilirubinformen, vor allem aber das direkte Bilirubin, profitieren von der höheren der beiden Albuminkonzentrationen im Sinne einer größeren Stoffmenge, die pro Zeit die Membran in Richtung des Dialysatkreislaufes passiert. Dies spiegelt sich insbesondere bei dem direkten Bilirubin in der dadurch geringeren Konzentration im Patientenkreislauf wieder. Die Gallensäuren erreichen zumeist unter der 7-prozentigen Albuminlösung die höheren Filtrationskonzentrationen, die doppelte Menge des Trägerstoffes führt hingegen patientenseitig zu den im Verlauf geringeren Konzentrationen dieses Toxins.

3.1.4 Deligandisiertes Humanserumalbumin – 15 Prozent versus 7 Prozent

3.1.4.1 Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf

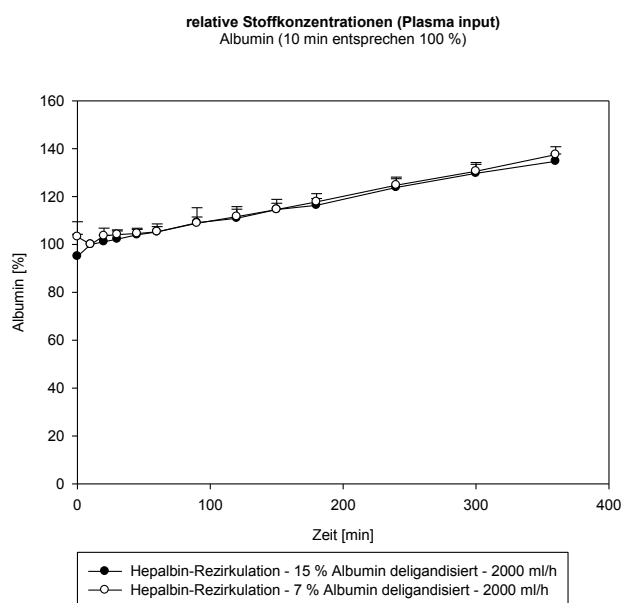


Abbildung 37: Bei beiden verwendeten Albuminkonzentrationen steigt diese Trägersubstanz relativ zum jeweiligen Ausgangswert nahezu identisch und konstant an. Nach sechs Stunden beträgt diese 135 Prozent (15 Prozent Albumin) gegenüber 138 Prozent (7 Prozent Albumin). (Anhang Tabelle A9, A13)

Der Anstieg der Albuminkonzentration belegt die gleichmäßige Zufuhr der Infusionslösung aus dem zweiten Kompartiment. Signifikante Unterschiede der gemessenen relativen Albuminmengen und damit verbundene unterschiedliche Volumenverschiebungen lassen sich zwischen beiden verwendeten Therapiekonzepten nicht feststellen.

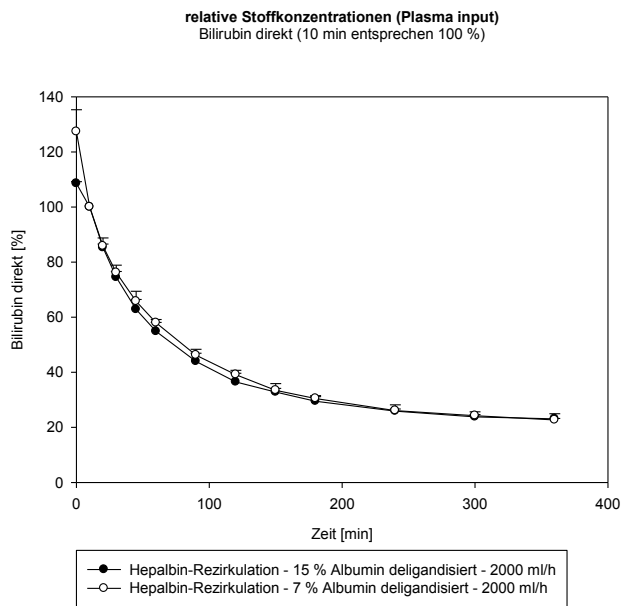


Abbildung 38: Auf direktes Bilirubin hat der Unterschied zwischen 7 und 15 Prozent an deligandisiertem Albumin keine deutlichen Änderungen des detoxifizierenden Effektes zur Folge. Zum Versuchsende werden bei beiden Varianten 23 Prozent des Ausgangswertes an direktem Bilirubin gemessen. (Anhang Tabelle A9, A13)

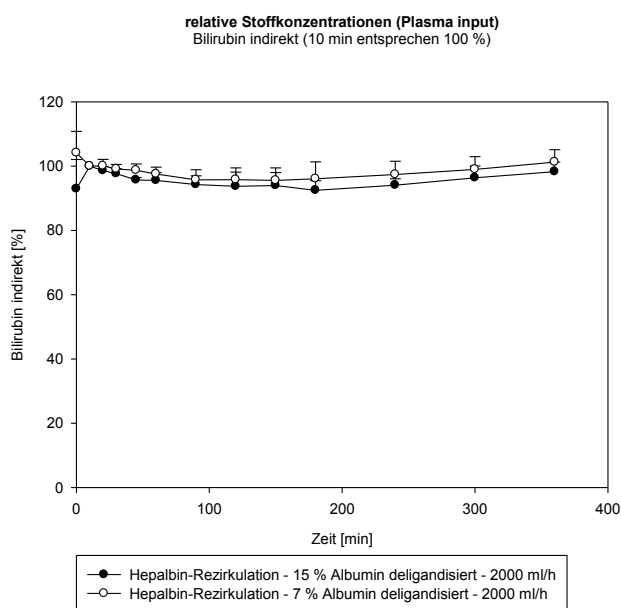


Abbildung 39: Unter Verwendung der höheren Albuminmenge im Dialysatkreislauf kann das anfallende indirekte Bilirubin etwas besser aus dem Patientenkreislauf entfernt werden. Die letzte Messung ergibt darunter 98 Prozent des Zehnminutenwertes. Im Vergleichsversuch sind es 101 Prozent. (Anhang Tabelle A9, A13)

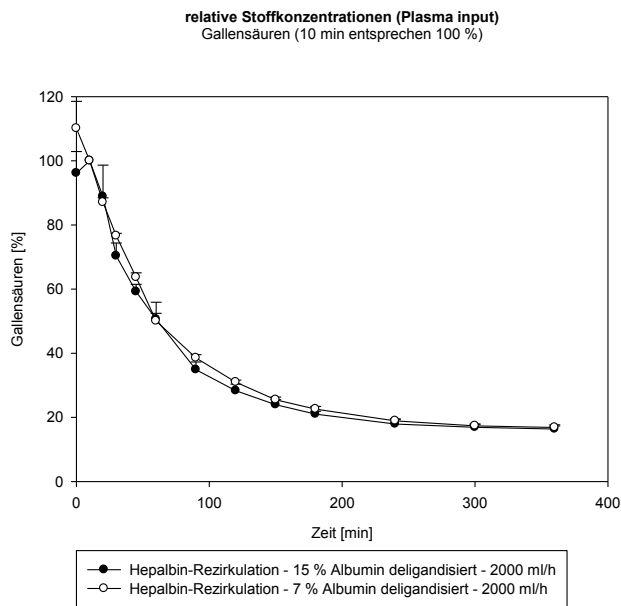


Abbildung 40: Am besten werden die Gallensäuren aus dem Patientenkreislauf entfernt. Hier kann die Konzentration recht unabhängig von der verwendeten Albuminmenge auf 16 Prozent des Ausgangswertes von zehn Minuten gesenkt werden. (Anhang Tabelle A9, A13)

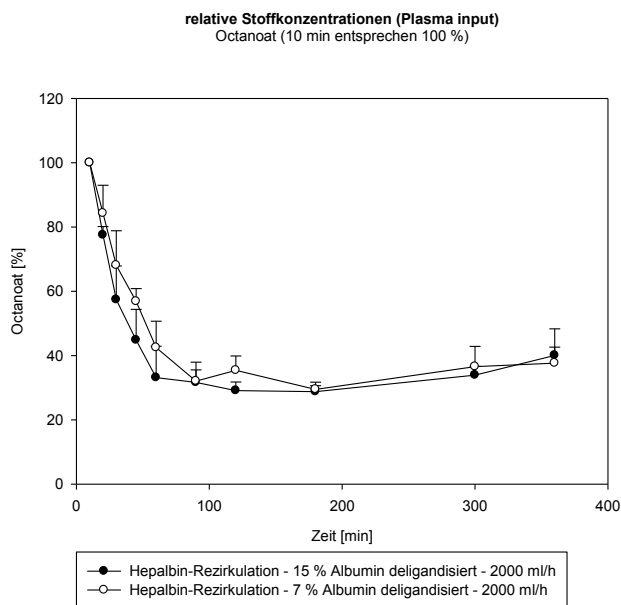


Abbildung 41: Die relative Octanoatkonzentration sinkt innerhalb der ersten drei Stunden auf 29 Prozent, erhöht sich danach aber wieder auf 40 Prozent (360 Minuten). Die durchschnittlich niedrigeren Werte an Octanoat erreichte der Versuch mit der höheren Albuminmenge. (Anhang Tabelle A9, A13)

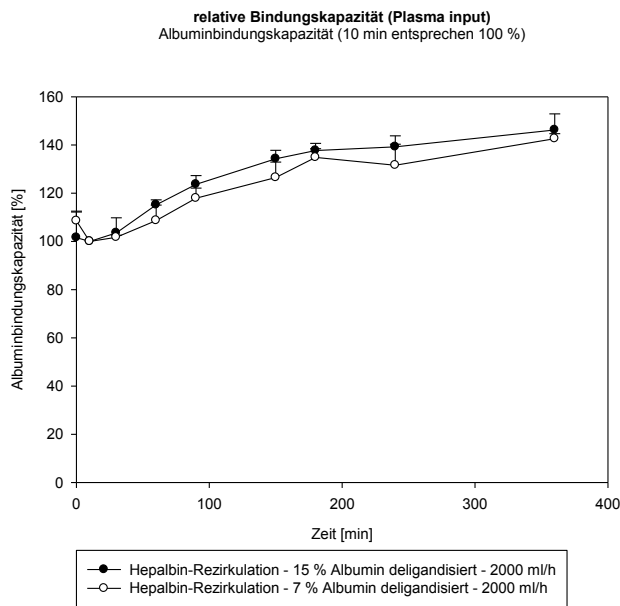


Abbildung 42: Die Albuminbindungskapazität steigt durchschnittlich an. Zwischen den beiden Versuchen können Unterschiede von maximal 8 Prozentpunkten zugunsten der 15-prozentigen Albuminlösung festgestellt werden. Die maximale Kapazität wird mit 146 Prozent (15 Prozent Albumin) sowie 143 Prozent (7 Prozent Albumin) zum Behandlungsende nach sechs Stunden gemessen. (Anhang Tabelle A9, A13)

Bei diesem Vergleich lassen sich bezüglich des Konzentrationsverlaufes über sechs Stunden signifikante Unterschiede nur für das direkte Bilirubin ($p=0,04989$) zu Gunsten der höheren Albuminmenge nachweisen. Dieser Vorteil trifft allerdings nur während der ersten zwei Behandlungsstunden zu. Danach sind die Konzentrationen an direktem Bilirubin in beiden Versuchsreihen nahezu absolut identisch. Für alle anderen Stoffe sowie die Albuminbindungskapazität ist eine Signifikanz nicht belegbar.

Beide Therapiemethoden sind in der Lage, von den hier untersuchten Toxinen, die relative Gallensäurenkonzentration innerhalb der sechs Stunden am stärksten zu senken. Für das direkte Bilirubin gelingt dies ähnlich gut. Das indirekte Bilirubin kann in der ersten Hälfte der Versuche im Rahmen des Zweikompartmentenmodells in geringem Maße netto aus dem Patienten entfernt werden. In der zweiten Hälfte steigt diese Stoffmenge wieder an und erreicht zum Ende hin Messwerte im Bereich der Ausgangssituation. Da das verwendete Albumin im Dialysatkreislauf vor dem Beginn der Experimente von dem Octanoat getrennt wurde, ergeben sich trotz unterschiedlicher Albuminmengen keine signifikanten Differenzen zwischen den Verläufen der Octanoatkonzentrationen. Diese kann ebenfalls innerhalb der ersten drei Stunden auf ihr jeweiliges Minimum gesenkt werden und steigt danach in geringem Maße an. Das lässt die Schlussfolgerung zu, dass die durch die Infusionslösung dem Patientenkreislauf zugeführte Octanoatmenge alleine schon ausreicht, um die Adsorber innerhalb der ersten Behandlungshälfte mit diesem Stoff zu sättigen. Jenes Phänomen deutet sich bereits nach circa 90 Minuten an, da danach bis zum Ende der dritten Therapiestunde die Octanoatkonzentration nur noch geringfügig gesenkt wird. Die annähernd durchgehende

Steigerung der Albuminbindungskapazität profitiert ebenfalls nicht von der doppelten Albuminmenge.

3.1.4.2 Toxinentfernung durch die Aktivkohleadsorber

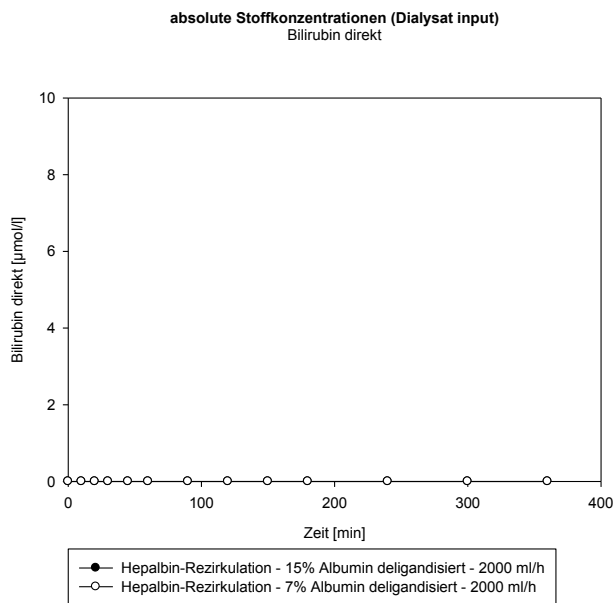


Abbildung 43: Direktes und indirektes Bilirubin, sowie Gallensäuren können über die gesamte Versuchsdauer vollständig von den Adsorbern aus dem Dialysatkreislauf entfernt werden und sind vor der Membran nicht nachweisbar. (Anhang Tabelle A11, A15)

Eine Sättigung und damit eine Verminderung der Leistung der Adsorber bezüglich der drei untersuchten Toxine ist innerhalb der sechsständigen Behandlung bei keiner der beiden Varianten messbar. Die vorhandene Menge an Gallensäuren und beider Formen des Bilirubins sind im Messpunkt hinter den Aktivkohleadsorbern durchgehend gleichermaßen unterhalb der Nachweisgrenze.

3.1.4.3 Filtrationskonzentrationen über die Membran

Konzentrationsunterschiede zwischen Dialysat output und Dialysat input ($\Delta D = D_o - D_i$)
Bilirubin direkt

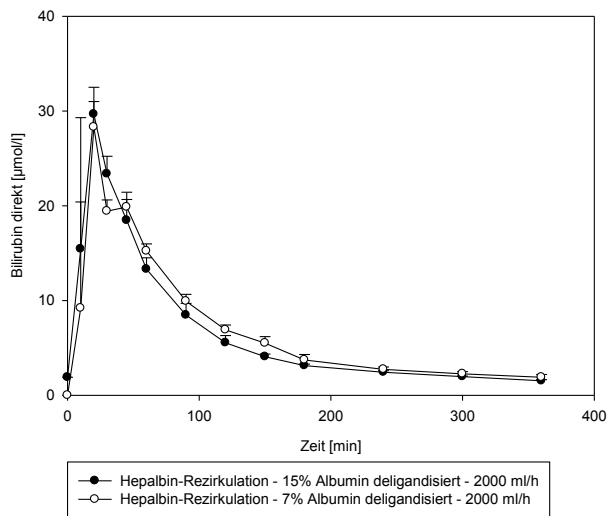


Abbildung 44: Das direkte Bilirubin kann mit bis zu 30 µmol/l (20 Minuten) unter der 15-prozentigen Albuminlösung filtriert werden. Im Vergleichsversuch beträgt dieses Maximum zum gleichen Zeitpunkt 2 µmol/l weniger. Ab der Messung nach 45 Minuten kann jener Versuch die etwas höheren Filtrationsraten erzielen. Diese sinken zum Ende auf unter 2 µmol/l ab. (Anhang Tabelle A12, A16)

Konzentrationsunterschiede zwischen Dialysat output und Dialysat input ($\Delta D = D_o - D_i$)
Bilirubin indirekt

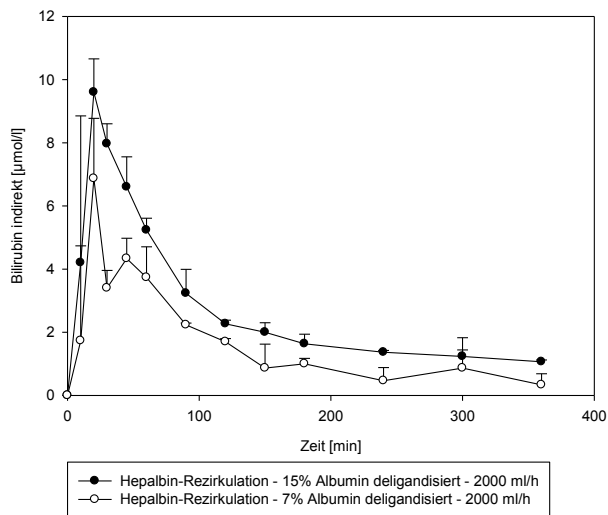


Abbildung 45: Der Konzentrationsunterschied des indirekten Bilirubins zwischen Dialysat output und input ist im Versuch mit 7 Prozent Albumin durchgehend geringer als beim Standardversuch (15 Prozent Albumin). Bei letzterem wird das indirekte Bilirubin mit bis zu 10 µmol/l (20 Minuten) filtriert und fällt im Versuchsverlauf auf 1 µmol/l ab. Unter halbierten Albuminmenge im Dialysat beträgt diese Spanne zwischen 7 µmol/l (20 Minuten) und 0,3 µmol/l (360 Minuten). (Anhang Tabelle A12, A16)

Konzentrationsunterschiede zwischen Dialysat output und Dialysat input ($\Delta D = D_o - D_i$)
Gallensäuren

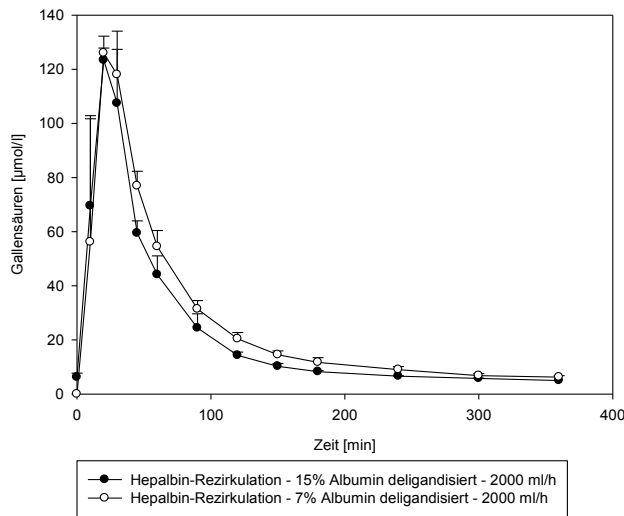


Abbildung 46: Zwischen den beiden Versuchen sind bezüglich der Gallensäurenfiltration vor allem bei der Spitzenkonzentration und zum Versuchsende keine relevanten Unterschiede vorhanden. Es werden nahezu durchgehend durch die geringere der beiden Albuminkonzentrationen die höheren Filtrationsmengen erreicht. (Anhang Tabelle A12, A16)

Wie auch bei den bisher dargestellten Vergleichen wird die maximale Filtrationskonzentration der untersuchten Toxine nach einer Behandlungszeit von 20 Minuten erreicht. Im weiteren Verlauf sinkt diese bis zu ihrem Minimum nach 360 Minuten ab. Der Verlauf der Konzentrationskurven des direkten Bilirubins und der Gallensäuren entsprechen wiederum denen auf Seiten des Patientenkreislaufes, wodurch der Filtrationsabfall im Verlauf begründet wäre. Diese beiden Toxine profitieren dabei von der geringeren Albuminmenge im Sinne einer überwiegend, jedoch nur in geringem Umfang, gesteigerten Filtrationsrate. Bezogen auf das indirekte Bilirubin nimmt die Stoffaufnahme in den Dialysatkreislauf bei nahezu gleichbleibender Konzentration im Patientenkreislauf ebenfalls ab.

3.1.5 Welche Albuminkonstellation ist zur Behandlung sinnvoll?

Bezüglich der Detoxifikationsleistung der Gallensäuren sind zwischen keinem der Versuche signifikante Unterschiede erhebbar. Die Entfernung des direkten Bilirubins aus dem Patientenkreislauf profitiert insgesamt von der höheren der beiden Albuminkonzentrationen. Bei Verwendung von 15-prozentiger Albuminlösung bewirkt ligandisiertes, bei 7-prozentiger Lösung hingegen deligandisiertes Albumin die geringeren Stoffkonzentrationen, bezogen auf den gesamten Behandlungszeitraum. Für das indirekte Bilirubin ergeben sich nur bei der Auswahl zwischen ligandisiertem und deligandisiertem Albumin mit einer Konzentration von 15 Prozent signifikante Unterschiede. Dabei werden mittels der deligandisierten Form des Albumins die niedrigeren Bilirubinmengen im Patienten erreicht.

In allen vier Versuchen zeigt sich, dass Gallensäuren und direktes Bilirubin trotz konstanter Zuführung neuer Substanzen effektiv aus dem Patientenkreislauf entfernt werden, wodurch die Ausgangskonzentrationen stark sinken. Die relative Gallensäurenkonzentration bezogen auf den Ausgangswert von zehn Minuten wird dabei tendenziell am stärksten reduziert, oft dicht gefolgt vom direkten Bilirubin. Das indirekte Bilirubin wird in etwa in der zugeführten Menge entfernt, sodass der Bereich der ursprünglichen Konzentration beibehalten wird.

Der Verlauf der Filtrationskonzentrationen über der Membran von direktem Bilirubin und Gallensäuren entspricht in etwa denen der Patientenkonzentrationen – beides nimmt mit zunehmender Versuchsdauer ab. Bei indirektem Bilirubin ist trotz konstant bleibender Plasmakonzentrationen ein derartiges Absinken der Filtrationsmengen dieses Stoffes ebenfalls zu beobachten. Die stetige Entfernung durch die Aktivkohleadsorber resultiert zudem in einem nahezu unveränderten Filtrationsgradienten. Als mögliche Erklärung dient eine im Verlauf zunehmende Albuminbindung des indirekten Bilirubins, nicht zuletzt durch die stetige Zuführung frischen Albumins. Ebenso in Erwägung zu ziehen ist eine stärker werdende Limitierung durch die verwendete Membran.

Die Octanoatkonzentration sinkt insbesondere in den ersten beiden Stunden unter allen verwendeten Varianten des Albumins rasch ab, danach zeigen sich zum Teil deutliche Unterschiede. So steigen die gemessenen Werte bei der Verwendung von ligandisiertem Albumin bis zum Ende der sechsstündigen Behandlung wieder an. Die Ausprägung dieses Effektes verhält sich dabei entsprechend der verwendeten Albuminkonzentration. Unter 15 Prozent ligandisiertem Albumin ist die Kumulation des Octanoats im Patienten stärker als unter der halbierten Albuminmenge. Mithilfe des deligandisierten Albumins bleibt der Wiederanstieg nahezu aus, ein Unterschied bezüglich der verwendeten Albuminkonzentration ist hierbei nicht belegbar. Somit ist ein direkter Zusammenhang zwischen der Menge an zusätzlichem Octanoat in Abhängigkeit des verwendeten Albumins auf den Zeitpunkt der Adsorbersättigung und damit dem Verlauf der Octanoatkonzentration im Patient nachgewiesen.

Die Albuminbindungskapazität des Patientenalbumins zeigt ebenfalls eine deutliche Korrelation zur zusätzlichen Octanoatbelastung durch ligandisiertes Albumin im Dialysatkreislauf, sodass bei sechsstündiger Behandlung unter deligandisiertem Albumin die signifikant höheren Bindungskapazitäten nachweisbar sind. Dabei tritt ebenso eine Abhängigkeit von der Menge an Octanoat und damit der Albuminkonzentration auf. Unter Verwendung 15-prozentiger Albuminlösung im Dialysat werden deutliche Unterschiede zwischen ligandisierter und deligandisierter Form bereits ab der zweiten Behandlungsstunde, bei halbierten Albuminkonzentration erst nach sechs Stunden messbar. Dies wird auch bei dem separaten Vergleich beider Versuche mit ligandisiertem Albumin deutlich. Hier führt ebenso die geringere zusätzliche Menge an Octanoat durch Verwendung einer 7- statt 15-prozentigen Albuminlösung im Dialysat zu einer hochsignifikant besseren Bindungskapazität des Albumins im

Patientenkreislauf. Lediglich bei dem Einsatz von deligandisiertem und damit von Octanoat gereinigtem Albumin lässt sich zwischen beiden verwendeten Konzentrationen kein statistisch sicherer Unterschied bezüglich der Albuminbindungskapazität im Patienten beweisen. Unter Berücksichtigung der Gesamtheit der Ergebnisse bietet bei Verwendung der Hepalbin-Rezirkulation über eine Behandlungsdauer von sechs Stunden die Deligandisierung des im Dialysatkreislauf verwendeten Albumins teils deutliche Vorteile gegenüber der ligandisierten Form. Bei der Frage nach der dann notwendigen Menge an deligandisiertem Albumin ist die höhere der beiden untersuchten Albuminkonzentrationen nicht zwangsläufig notwendig. Daher wird in den weiteren Versuchen bei dem Hepalbin-Rezirkulationsmodell eine Dialysatlösung mit deligandisiertem Albumin in einer Konzentration von 7 Prozent genutzt.

3.2 Hepalbin-Rezirkulation mit 7-prozentigem deligandisiertem Humanserumalbumin – 2 Liter pro Stunden versus 8 Liter pro Stunde

3.2.1 Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf

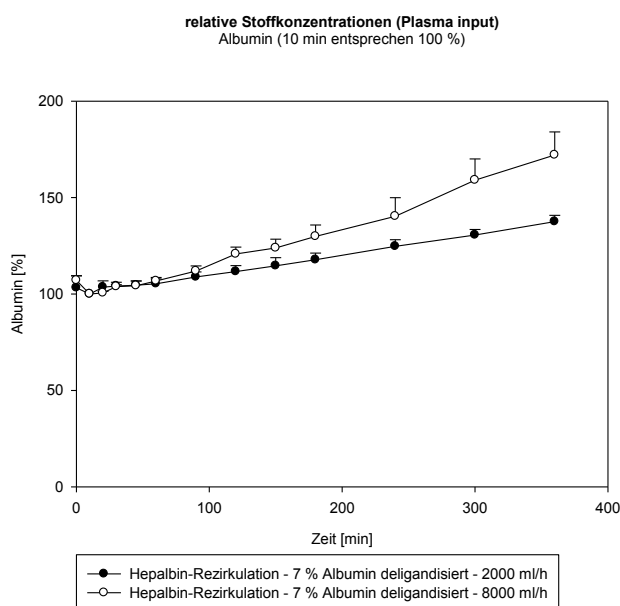


Abbildung 47: In beiden Versuchen steigt die relative Albuminkonzentration stetig an, bei Vervierfachung des Dialysatflusses allerdings in stärkerem Ausmaß. Zum Versuchsende nach sechs Stunden wird mit 172 Prozent (8000 ml/h) gegenüber 138 Prozent (2000 ml/h) relativ zum Ausgangswert bei zehn Minuten auch die größte Differenz von 34 Prozentpunkten gemessen. (Anhang Tabelle A13, A17)

Der Prozess der steigenden Albuminkonzentration im Verlauf der sechsstündigen Behandlung findet bei beiden Therapiemethoden durchgehend und jeweils annähernd gleichmäßig statt. Dabei wird jedoch die Albuminlösung im Patientenkreislauf unter der Verwendung einer Flussrate von 8 Liter pro Stunde im Dialysatkreislauf durchschnittlich stärker konzentriert als unter 2 Liter. Somit führt der gesteigerte Dialysatfluss scheinbar zu einem vermehrten Flüssigkeitsentzug aus dem Patienten, wodurch bei dieser Versuchsreihe ebenso von einer zu-

sätzlichen Konzentrierung der weiteren, im Patientenkreislauf gelösten Stoffe auszugehen ist. Eine Signifikanz zwischen beiden relativen Konzentrationsverläufen des Albumins und damit der Volumenverschiebungen über die Membran ist jedoch nicht feststellbar.

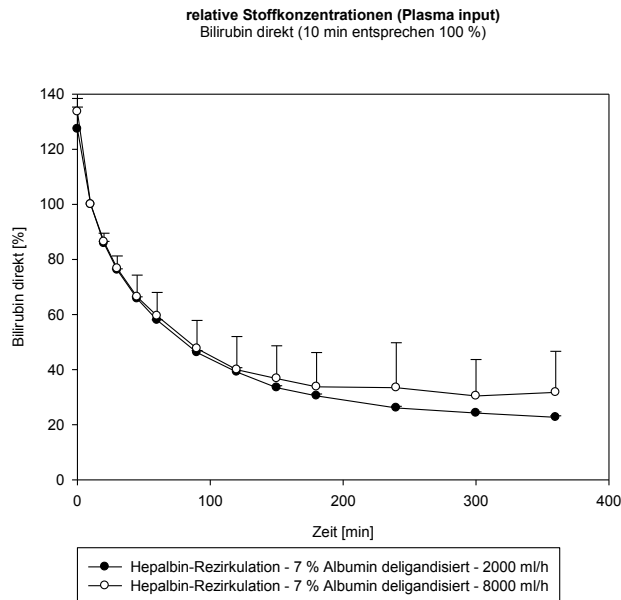


Abbildung 48: Bis zum Ende der zweiten Stunde ergeben sich keine deutlichen Unterschiede in Bezug auf die Entfernung des direkten Bilirubins aus dem Patientenkreislauf. Bis zu diesem Moment ist die Konzentration auf 40 Prozent des Ausgangswertes gefallen. Im Verlauf der weiteren vier Stunden wird diese Stoffkonzentration unter Verwendung des Dialysatflusses von 2 Liter pro Stunde auf 23 Prozent gesenkt, wohingegen mit Hilfe der vierfachen Flussrate nur 32 Prozent erreicht werden. (Anhang Tabelle A13, A17)

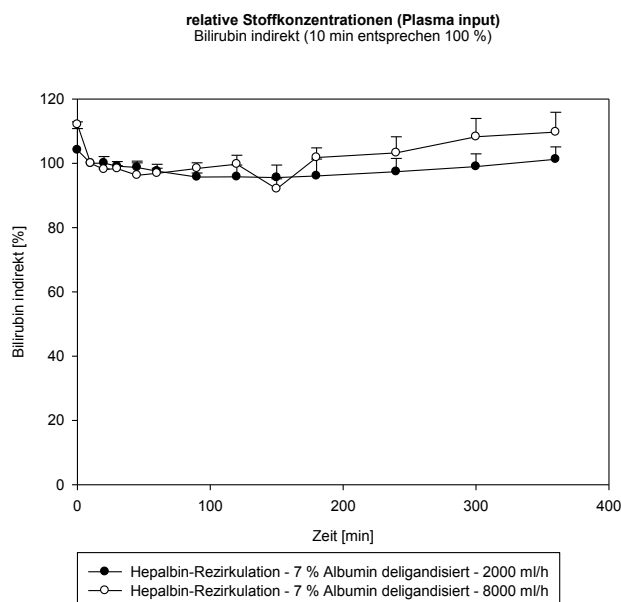


Abbildung 49: Unter Verwendung der höheren Flussgeschwindigkeit im Dialysat zeigt sich eine schlechtere Entfernung des indirekten Bilirubins aus dem Patientenkreislauf. Nach sechs Stunden liegt die Stoffkonzentration mit 110 Prozent (8000 ml/h) respektive 101 Prozent (2000 ml/h) in beiden Versuchsreihen über der Ausgangskonzentration. Lediglich innerhalb der ersten Stunde ermöglicht die höhere Flussrate einen geringen Vorteil bezüglich der Detoxifikationsleistung des indirekten Bilirubins. (Anhang Tabelle A13, A17)

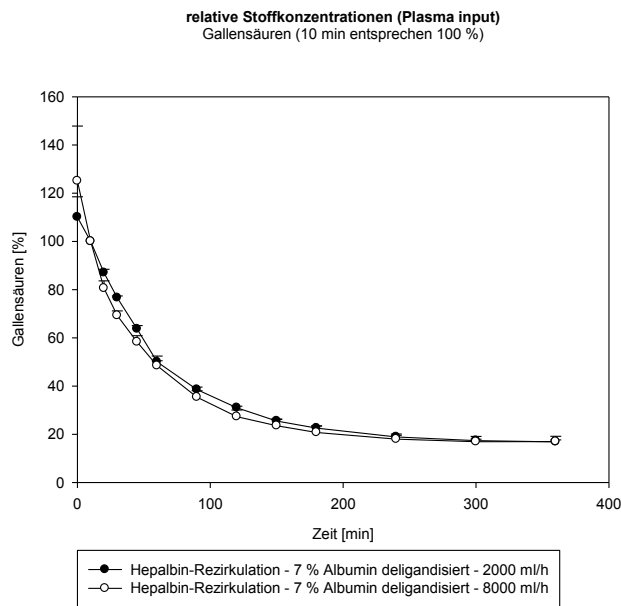


Abbildung 50: Die Gallensäurenentfernung profitiert mit einer um bis zu 4 Prozentpunkte geringeren Plasmakonzentration innerhalb der ersten zwei Stunden von der Steigerung auf 8 Liter pro Stunde. Zum Versuchsende nach sechs Stunden wurden in beiden Versuchen 17 Prozent des Ausgangswertes gemessen. (Anhang Tabelle A13, A17)

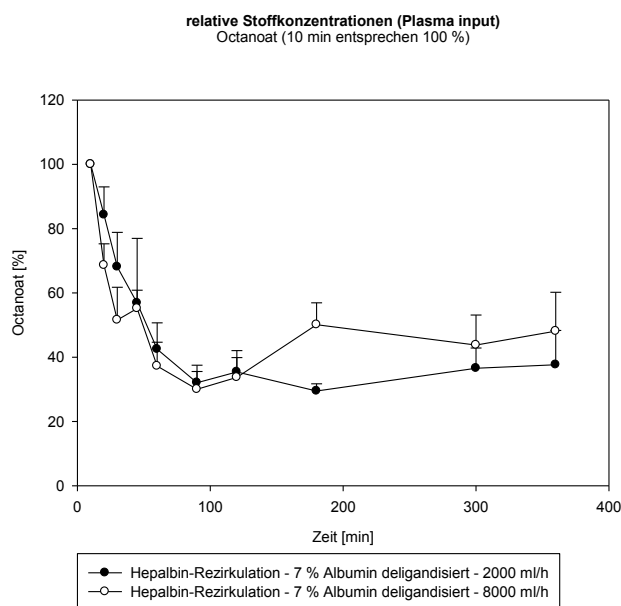


Abbildung 51: Innerhalb der ersten 120 Minuten verlaufen die relativen Konzentrationskurven beider Versuchsreihen ähnlich und erreichen mit 30 bis 32 Prozent (90 Minuten) bereits nahezu die niedrigsten Messwerte im gesamten Verlauf. Mit zunehmender Dauer bleibt die relative Octanoatkonzentration unter 2 Liter Dialysatfluss pro Stunde annähernd konstant und beträgt nach sechs Stunden 38 Prozent. Demgegenüber steigt bei Vervierfachung der Flussrate diese Stoffkonzentration zunächst auf 50 Prozent (3 Stunden) an und liegt zum Ende bei 48 Prozent. (Anhang Tabelle A13, A17)



Abbildung 52: Die Albuminbindungskapazität steigt in der ersten Versuchshälfte relativ zum Ausgangswert stetig auf knapp 135 Prozent an. Durch die gesteigerte Flussrate wird nur zu Beginn ein Vorteil erzielt. Nach der dritten Stunde stagniert dabei der Anstieg dieser Kapazität und beträgt zum Ende 133 Prozent. Bei der Einstellung von 2 Litern pro Stunden steigt sie in der zweiten Hälfte durchschnittlich weiter bis auf 143 Prozent des Zehnminutenwertes nach sechs Stunden an. (Anhang Tabelle A13, A17)

Eine Steigerung der Flussgeschwindigkeit im Dialysatkreislauf von 2000 ml/h auf 8000 ml/h ergibt bezüglich der Detoxifikationsleistung und damit der Konzentrationsverläufe der untersuchten Stoffe im Patienten keine signifikanten Unterschiede. Einzig die Albuminbindungskapazitäten ($p=0,0398$) weisen zwischen den beiden Flussraten differente Werte auf, bei denen die Irrtumswahrscheinlichkeit unter den vorgegebenen 5 Prozent liegt. Hierbei kann aufgrund alternierender Verläufe der Bindungskapazitäten beider Behandlungsvarianten kein eindeutiger Vorteil einer der Flussraten gegenüber der anderen geäußert werden. Lediglich zum Therapieende weist die Versuchsreihe mit dem geringeren Dialysatfluss die besseren Werte auf.

Bezogen auf die relativen Konzentrationen können die Gallensäuren insgesamt am besten aus dem Patienten entfernt werden, wobei die Konzentrationskurven in beiden Versuchen nahezu deckungsgleich verlaufen. Dies ist bei dem direkten Bilirubin in den ersten beiden Stunden ebenfalls zu beobachten. Danach kann die Stoffkonzentration unter 8000 ml/h nur noch in geringem Ausmaß gesenkt werden, wobei zum Therapieende sogar ein diskreter Wiederanstieg zu messen ist. Unter 2000 ml/h ist die im Patienten verbleibende Konzentration an direktem Bilirubin geringer, sodass nach der Behandlung von sechs Stunden eine Differenz zwischen den relativen Konzentrationen beider Versuche von fast 10 Prozentpunkten zu verzeichnen ist. Bei der Detoxifikation des indirekten Bilirubins findet zunächst bei beiden Methoden eine stärkere Entfernung aus dem Patientenkreislauf statt, als durch das zweite Kompartiment hinzugegeben wird. Im Verlauf kommt es zu einem Wandel und die relative

Konzentration dieses Stoffes steigt kontinuierlich an. Unter der höheren der beiden Flussraten setzt dieser Effekt eher ein und der Wiederanstieg der Stoffmenge erfolgt stärker. Die Octanoatkonzentration kann bei dem Vergleich zweier unterschiedlicher Dialysatflüsse bei gleicher Albuminkonstellation in beiden Fällen in den ersten 90 Minuten recht stark gesenkt werden. Danach bleibt dieser Wert im Rahmen der Behandlung mit der geringeren Flussrate annähernd konstant. Bei Vervierfachung dieser Flussrate steigt die Konzentration zunächst wieder an und verläuft dann in diesem Bereich ebenfalls nahezu gleichbleibend. Somit wird Octanoat im Behandlungsverlauf durch den gesteigerten Dialysatfluss scheinbar schlechter aus dem Patienten entfernt. Setzt man nun die Octanoatkonzentration ins Verhältnis zur Albuminkonzentration, um die Verfälschung durch die zwar nicht signifikante Volumenverschiebung unter 8 Litern pro Stunde zu relativieren, so ergeben sich in der zweiten Behandlungshälfte nahezu deckungsgleiche Verlaufskurven zwischen beiden Versuchen. Dies trifft ebenso für das direkte Bilirubin zu und stellt daher eine Erklärung für die zum Ende hin differierenden Konzentrationsverläufe dar. Somit befinden sich in beiden Versuchen in etwa gleiche Stoffmengen an direktem Bilirubin und Octanoat im Patientenkreislauf, unter der Flussrate von 8 Litern pro Stunde jedoch höhere Stoffkonzentrationen. Für das indirekte Bilirubin lässt sich ermitteln, dass bei der Verhältnisbildung zum Albumin unter dem gesteigerten Dialysatfluss niedrigere Stoffmengen vorliegen. In der Betrachtung der absoluten Stoffkonzentration ist diese gesteigerte Detoxifikation aber noch nicht ausreichend, sodass ebenso höhere Absolutkonzentrationen resultieren. Es ergeben sich für diese Toxine unter dem gesteigerten Dialysatfluss höhere relative Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf, die in einem größeren Konzentrationsgradienten hin zum Dialysat resultieren. Um dies auszugleichen müsste das Hepalbin-Rezirkulationsmodell mit einer Flussrate von 8 Litern pro Stunde im zweiten Kreislauf im Gegensatz zum Vergleichsversuch eine höhere Toxinmenge aus dem Patienten entfernen. Durch jene Zunahme der Fließgeschwindigkeit sinkt dialysatseitig die Kontaktzeit der Moleküle und vor allem des Trägerstoffes Albumin mit der Membran. Dafür scheinen für die Detoxifikation kompensatorisch eher höhere Konzentrationsgradienten notwendig, die nicht unterschritten werden können. Ein weiteres Problem ist mutmaßlich durch im Behandlungsverlauf zunehmend verstopfte Poren in der Membran und einer dadurch bedingten Verminderung der Austauschfläche bedingt. Dadurch wird die Kontaktzeit des Albumins auf der Dialysatseite mit funktionell intaktem Membrangewebe verringert, wodurch die Detoxifikationsleistung weiter eingeschränkt wird. Somit lässt sich konstatieren, dass die Vervierfachung des Dialysatflusses in manchen Fällen die Entfernung einer größeren Toxinmenge bewirkt, aufgrund der ebenso gesteigerten Flüssigkeitsverschiebungen zu Lasten des Patientenkreislaufes aber eine stärker gewichtete Zunahme der Stoffkonzentrationen zur Folge hat. Aufgrund der durchgehend nicht nachweisbaren Signifikanzen sind diese Resultate aber als nicht statistisch sicher zu werten.

In den Verläufen der Albuminbindungskapazität spiegeln sich ebenso die bei den Toxinen ermittelten Ergebnisse wider. So werden unter 8000 ml/h die maximalen Werte nach der vierten Therapiestunde gemessen. Danach ist eine diskrete Abnahme zu verzeichnen. Im Gegensatz dazu findet bei Einstellung von 2000 ml/h in diesem Zeitraum eine weitere Steigerung der Bindungskapazität statt, sodass zum Versuchsende die größten Unterschiede zwischen beiden Flussraten auftreten.

Somit ist eine derartige Steigerung der Flussrate im Dialysatkreislauf für den Patienten als insgesamt nicht sinnvoll einzuschätzen.

3.2.2 Toxinentfernung durch die Aktivkohleadsorber

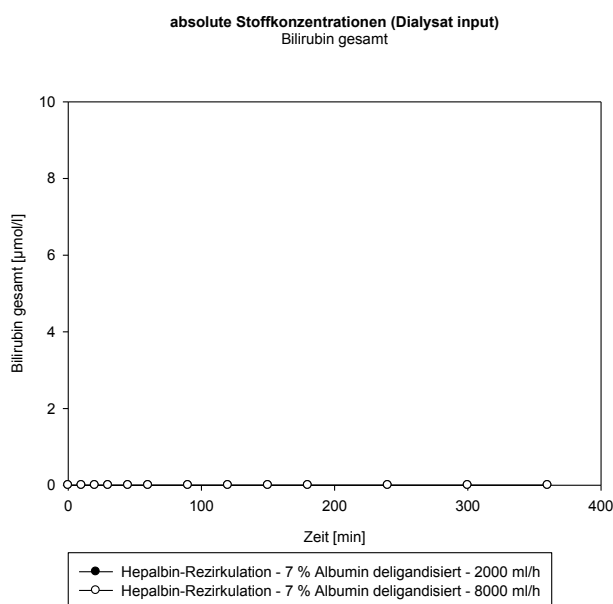


Abbildung 53: Die Stoffmengen an Bilirubin und Gallensäuren liegen in beiden Versuchsvarianten im Messpunkt Dialysat input unterhalb der Nachweisgrenze. (Anhang Tabelle A15, A19)

Bezüglich der im Behandlungsverlauf unter dem Dialysatfluss von 8000 ml/h aufgetretenen teilweise durchschnittlich schlechteren Messergebnisse im Patientenkreislauf im Gegensatz zum Vergleichsversuch, vor allem des Bilirubins und des Octanoats, ist ebenso eine Ursache seitens der Aktivkohleadsorber zu diskutieren. Die absolute Kontaktzeit des Dialysats mit der Adsorberoberfläche sinkt bei steigender Flussrate ebenfalls. Die Adsorber unterliegen einer im Verlauf zunehmenden Sättigung durch die zu entfernenden Toxine, wodurch die funktionell aufnahmefähige Adsorberfläche und die Kontaktzeit mit dieser weiter verringert wird.

Hinsichtlich der Adsorberleistung finden sich jedoch keine messbaren Unterschiede durch die in diesem Versuch untersuchte Veränderung der Flussrate im Dialysatkreislauf. Die aus dem Patientenkreislauf filtrierten Mengen an direkten und indirektem Bilirubin sowie Gallensäuren können zu jeder Zeit vollständig aus dem Dialysat entfernt werden, sodass der Membran, bezogen auf die berücksichtigten Stoffe, eine vollständig gereinigte Dialysatlösung

zugeführt werden kann. Somit können die Adsorber für diesen Teil als Ursache der unterschieden Konzentrationen im Patientenkreislauf ausgeschlossen werden. Für das Octanoat sind dazu aufgrund fehlender Messungen keine Aussagen möglich.

3.2.3 Filtrationskonzentrationen über die Membran

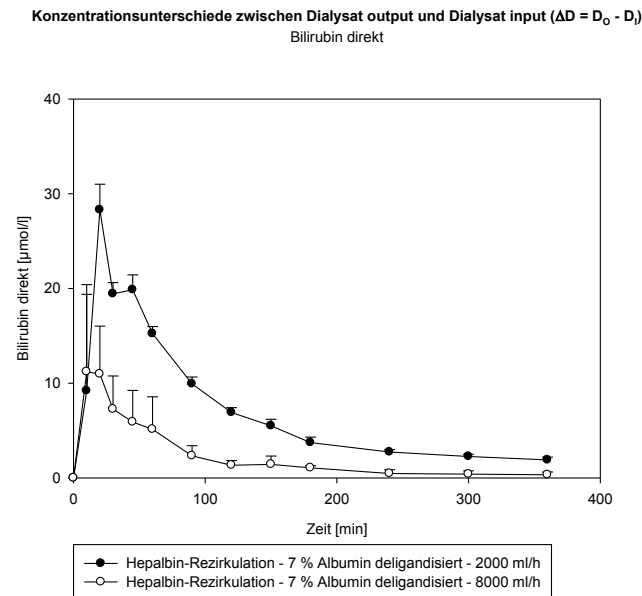


Abbildung 54: Unter der höheren Flussrate sind die über die Membran filtrierten Mengen des direkten Bilirubins gegenüber der geringeren Rate deutlich niedriger. Als maximale Filtrationskonzentrationen werden 28 µmol/l (2000 ml/h, 20 Minuten) gegenüber 11 µmol/l (8000 ml/h, 10 Minuten) gemessen. (Anhang Tabelle A16, A20)

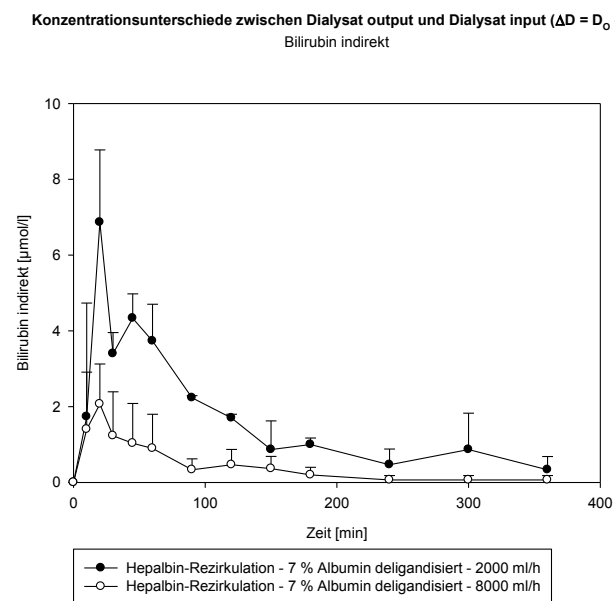


Abbildung 55: Für das indirekte Bilirubin verhält sich dies ähnlich. Die höchsten Konzentrationen, die die Membran passieren, betragen 7 µmol/l (2000 ml/h, 20 Minuten) beziehungsweise 2 µmol/l (8000 ml/h, 20 Minuten). (Anhang Tabelle A16, A20)

Konzentrationsunterschiede zwischen Dialysat output und Dialysat input ($\Delta D = D_o - D_i$)
Gallensäuren

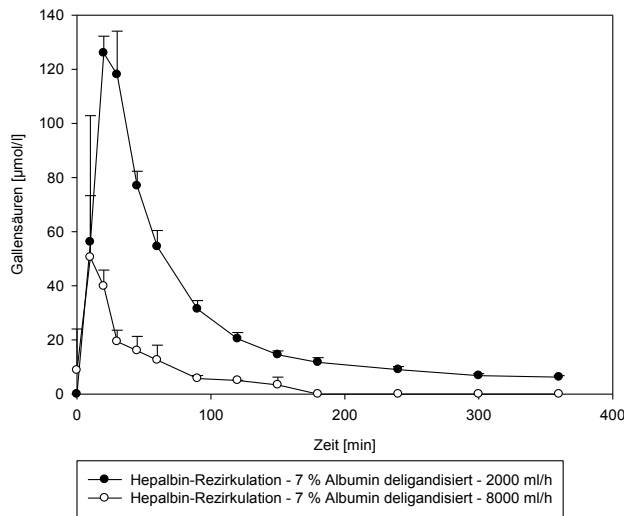


Abbildung 56: Bei den Gallensäuren sind die Filtrationsmengen bei vierfachem Dialysatfluss zum Ende hin sogar nicht mehr messbar. Darunter wird die Maximalkonzentration mit 51 µmol/l, analog zum direkten Bilirubin, bereits nach zehn Minuten erreicht. Unter 2 Liter pro Stunde beträgt diese nach 20 Minuten 126 µmol/l. (Anhang Tabelle A16, A20)

Entsprechend der kürzeren Kontaktzeit durch die höhere Flussrate sind die pro Durchlauf über die Membran filtrierte Stoffkonzentrationen aller untersuchten Toxine deutlich geringer als dies bei der niedrigeren Rate der Fall ist. Unter 2000 ml/h werden die maximalen Filtrationskonzentrationen nach 20 Minuten gemessen. Bei vervierfachtem Dialysatfluss ist dies, mit Ausnahme des indirekten Bilirubins (ebenso nach 20 Minuten), bereits nach zehn Minuten der Fall. Im weiteren Behandlungsverlauf nimmt die filtrierte Stoffmenge in beiden Versuchsreihen stark ab. Theoretisch wird bei der hier untersuchten Steigerung der Flussrate die Kontaktzeit dabei um ein Viertel gesenkt, die Häufigkeit des Membrankontaktes je Trägerstoff und Molekül in der Lösung aber vervierfacht. Um somit eine objektivere Auswertung zu den Unterschieden in beiden Versuchsreihen zu ermöglichen, müssten die Messwerte der simulierten Behandlung mit 8000 ml/h um den Faktor vier erhöht werden. Nach dieser Korrektur zeigt sich, dass vor allem bei dem indirekten Bilirubin beide Filtrationskurven durchschnittlich ähnlich verlaufen. Im Falle des direkten Bilirubins und der Gallensäuren werden demnach unter der höheren Filtrationsrate lediglich die größeren maximalen Stoffmengen gemessen, die die Membran passieren. Unter Berücksichtigung des gesamten Behandlungsverlaufes treten jedoch auch bei diesen Stoffen im Durchschnitt keine relevanten Unterschiede auf.

3.3 Ligandisiertes Humanserumalbumin – Hepalbin-Rezirkulation versus MARS

3.3.1 Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf

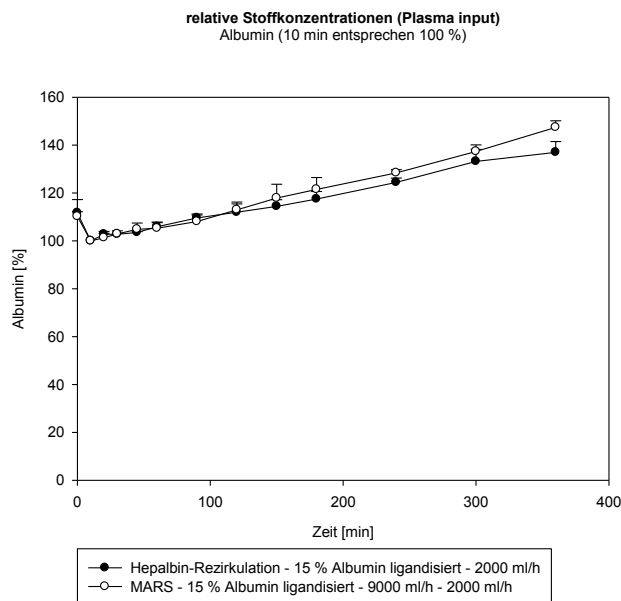


Abbildung 57: Mit einer Differenz von bis zu 4 Prozentpunkten ist die relative Albuminkonzentration unter MARS in den ersten fünf Stunden durchschnittlich etwas höher als im Vergleichsversuch. Lediglich zur letzten Messung weichen die Messwerte mit 147 Prozent (MARS) beziehungsweise 137 Prozent (Hepalbin-Rezirkulation) stärker voneinander ab. (Anhang Tabelle A1, A21)

Der Anstieg der relativen Albuminkonzentration im Patientenkreislauf zeigt wiederum die kontinuierliche Zufuhr dieses Stoffes durch das zweite Kompartiment. Zwischen den Verlaufskurven der relativen Albuminkonzentrationen und damit den möglicherweise auftretenden Flüssigkeitsverschiebungen beider Versuchsreihen sind dabei keine signifikanten Unterschiede feststellbar, wodurch ein unerwünschter übermäßiger Lösungsmittelverlust unwahrscheinlich erscheint.

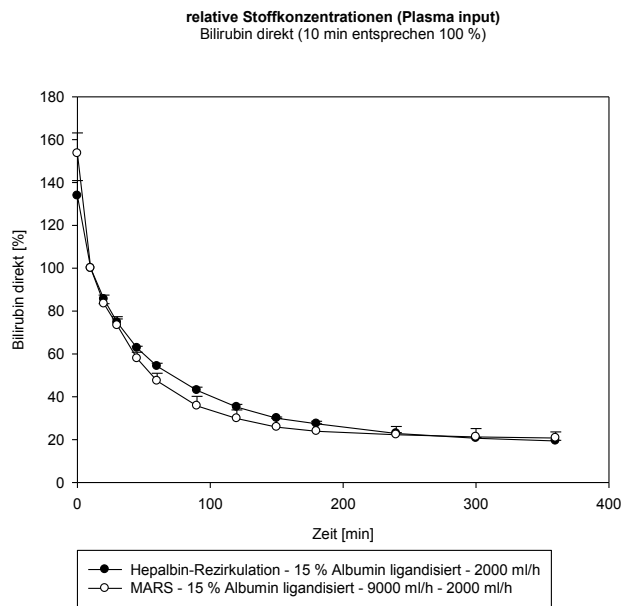


Abbildung 58: Für die Detoxifikation von direktem Bilirubin liegen Unterschiede von maximal 7 Prozentpunkten (90 Minuten) zwischen beiden Behandlungsmethoden vor. Die etwas niedrigeren Konzentrationen im Patientenkreislauf sind dabei in den ersten Stunden durch MARS erzeugt worden. Erst ab der fünften Stunde senkt das Hepalbin-Rezirkulationsmodell die relative Bilirubinkonzentration etwas stärker, als dies zu diesem Zeitpunkt durch MARS ermöglicht wird. Zum Ende beträgt diese 19 Prozent (Hepalbin-Rezirkulation) gegenüber 21 Prozent (MARS) relativ zum Zehnminutenwert. (Anhang Tabelle A1, A21)

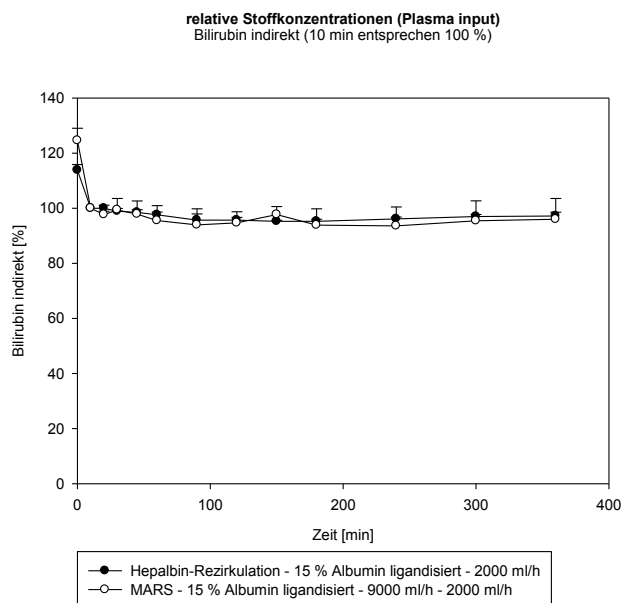


Abbildung 59: Im Gegensatz zum direkten wird die Ausgangskonzentration des indirekten Bilirubins in beiden Versuchen über die komplette Behandlungsdauer nur marginal gesenkt. Die MARS-Methode erreicht dabei mit bis zu 2 Prozentpunkten die durchschnittlich etwas niedrigeren Werte. (Anhang Tabelle A1, A21)

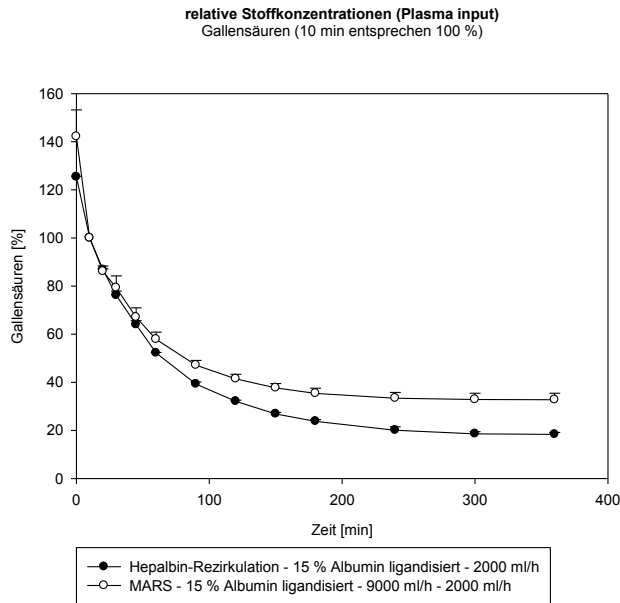


Abbildung 60: Gallensäuren können durch MARS schlechter aus dem Patienten entfernt werden. Hier verbleiben nach sechs Stunden 33 Prozent des Ausgangswertes von zehn Minuten im Patienten. Durch die Hepalbin-Rezirkulation wird dieser Wert auf bis zu 18 Prozent gesenkt. (Anhang Tabelle A1, A21)

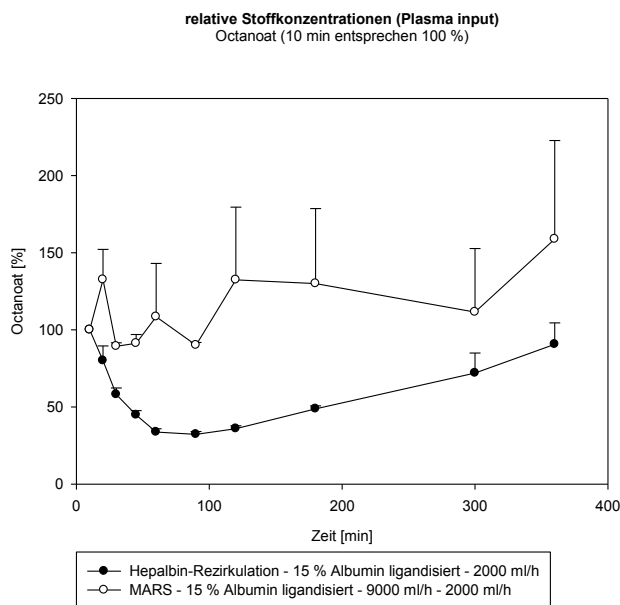


Abbildung 61: Die Octanoatentfernung profitiert bei der Verwendung ligandisierten Albumins ebenfalls vom Hepalbin-Rezirkulationsverfahren. Nach der Senkung der relativen Konzentration auf 32 Prozent (90 Minuten) werden darunter zum Ende der Behandlung 91 Prozent gemessen. Mit Hilfe von MARS unduliert diese in den ersten fünf Stunden zwischen durchschnittlich circa 90 und 130 Prozent, die letzte Messung ergibt einen Anstieg auf 159 Prozent des Zehnminutenwertes. (Anhang Tabelle A1, A21)

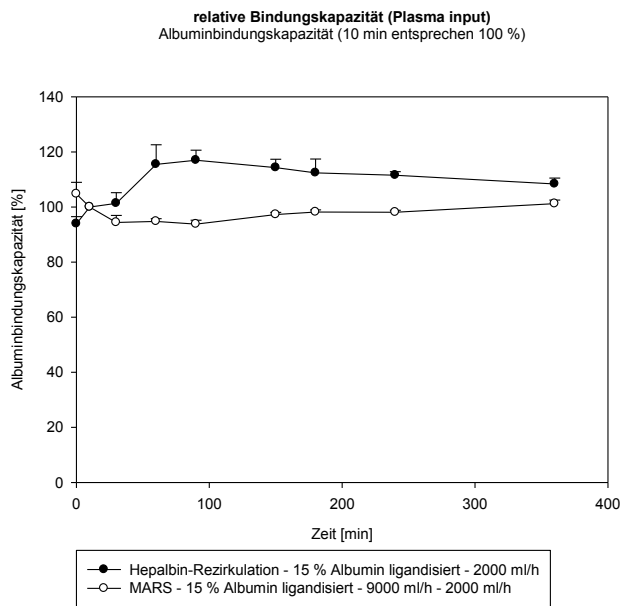


Abbildung 62: Im MARS-Versuch liegt die Albuminbindungskapazität mit Ausnahme der letzten Messung (101 Prozent) durchgehend unterhalb des Ausgangswertes. Im Minimum sind dies 94 Prozent nach 90 Minuten. In diesem Zeitraum erreicht die Hepalbin-Rezirkulation mit 117 Prozent den höchsten Wert, die letzte Messung ergibt noch 108 Prozent. (Anhang Tabelle A1, A21)

Die Therapie mittels des Hepalbin-Rezirkulationsmodells in der unter allen getesteten Versuchsreihen, bezogen auf die ermittelten Werte im Patientenkreislauf, schlechtesten Konfiguration ermöglicht gegenüber dem Molecular Adsorbent Recirculation System (MARS) bei gleicher Albuminkonstellation im zweiten Kreislauf (ligandisiertes Albumin in 15-prozentiger Konzentration) sowohl für die Gallensäuren ($p=0,0315$) als auch für Octanoat ($p=0,0173$) über den gesamten Behandlungsverlauf von sechs Stunden die signifikant geringeren Plasmakonzentrationen im Patientenkreislauf. Für die Differenzen zwischen beiden Therapien bei der Entfernung des direkten und indirekten Bilirubins kann keine statistische Sicherheit nachgewiesen werden. Die gemessenen Unterschiede bei der Albuminbindungskapazität ($p<0,0001$) sind zugunsten der Hepalbin-Rezirkulationstherapie hoch signifikant.

Die größte Senkung der Stoffmenge relativ zur Ausgangskonzentration wird unter der Hepalbin-Rezirkulationstherapie für die Gallensäuren erreicht. Unter MARS trifft dies für das direkte Bilirubin zu. Beide Therapiemodelle vermögen, die Gallensäuren- und Bilirubinkonzentration im Behandlungsverlauf kontinuierlich zu senken. Dabei nähern sich die Konzentrationskurven scheinbar jeweils einem Wert asymptotisch an, wodurch der Eindruck entsteht, dass die weitere Senkung der Stoffmengen nach der sechsständigen Therapie nur noch in geringem Ausmaß ermöglicht wird. In der Darstellung als relative Gallensäurenkonzentrationen beträgt der Unterschied zwischen beiden Versuchen zum Behandlungsende jedoch 15 Prozentpunkte, im Falle des direkten Bilirubins sind dies nur 2 Prozentpunkte. Die Konzentrationsverläufe des indirekten Bilirubins im Patientenmodell verlaufen in beiden Fällen annähernd in den Bereichen der Ausgangswerte. Somit entspricht die durch die Leberunterstüt-

zungstherapie aus dem Patientenmodell entfernte Stoffmenge annähernd derer, die durch das zweite Kompartiment in gleichmäßiger Weise zugeführt wird, zuzüglich weiterer Faktoren, wie beispielsweise mögliche zunehmende Bindung des indirekten Bilirubins durch steigende Albuminmengen.

In beiden Versuchsreihen wird im Dialysatkreislauf (Hepalbin-Rezirkulationsmodell) beziehungsweise MARS-Kreislauf ligandisiertes Albumin mit einer Konzentration von 15 Prozent verwendet. Mithilfe des Hepalbin-Rezirkulationsmodells kann die relative Octanoatkonzentration im Patientenkreislauf innerhalb der ersten 90 Minuten gesenkt werden. Danach sind die Aktivkohleabsorber vermutlich gesättigt und es kommt bis zum Behandlungsende aufgrund der versuchsbedingten hohen Octanoatbelastung zu einem annähernd konstanten Wiederanstieg der patientenseitigen Konzentration auf bis zu 9 Prozentpunkte unterhalb des Ausgangswertes. MARS ist dagegen deutlich schlechter in der Lage, das Octanoat aus dem Patienten zu entfernen. Lediglich innerhalb der ersten 90 Minuten befindet sich diese relative Stoffkonzentration intermittierend knapp unterhalb des Ausgangswertes. Im weiteren Verlauf werden durchgehend höhere Konzentrationen gemessen. Eine derart gleichmäßige Tendenz, wie sie unter der Hepalbin-Rezirkulationstherapie auftritt, ist hierbei nicht feststellbar. Der Kurvenverlauf der Octanoatkonzentration unduliert sehr stark. Dieser wellenförmige Verlauf und die vergleichsweise großen Standardabweichungen bei der Verwendung dreier identischer Versuchsaufbauten des MARS könnten ein Hinweis dafür sein, dass die Detoxifikation des Octanoats durch dieses System sehr unterschiedlich und nur in begrenztem Ausmaß kalkulierbar erfolgt. Die Hepalbin-Rezirkulationsbehandlung ermöglicht nach dem Zehnminutenwert die durchgehend höheren Albuminbindungskapazitäten. Durch das dabei im Dialysat verwendete ligandisierte Albumin in 15-prozentiger Konzentration werden die maximalen Werte dessen allerdings schon nach einer Behandlungsdauer von 90 Minuten erreicht. Im weiteren Verlauf sinkt diese Kapazität annähernd gleichbleibend um knapp 10 Prozentpunkte bis zum Therapieende ab. Dabei liegt sie aber noch über dem Ausgangswert. Unter MARS wird eine im wesentlichen Sinne gegenläufige Situation beobachtet. Bis zur Messung nach 90 Minuten fällt die Albuminbindungskapazität auf den in diesem Versuch niedrigsten Wert ab. Danach kann diese nahezu durchgehend wieder gesteigert werden und erreicht zum Ende des Versuches Werte knapp oberhalb des Behandlungsbeginns. Zu diesem Zeitpunkt nach sechs Stunden beträgt die Differenz der relativen Albuminbindungskapazitäten zwischen beiden Versuchsreihen 7 Prozentpunkte.

Unter Berücksichtigung aller Messergebnisse im Patientenkreislauf ist die Behandlung mittels des Hepalbin-Rezirkulationsmodells die für den Erkrankten insgesamt bessere der beiden untersuchten extrakorporalen Leberunterstützungssysteme. Bezüglich der Konzentrationsverläufe des direkten und indirekten Bilirubins sind die Unterschiede sehr gering. Bei den

anderen untersuchten Parametern werden jedoch stärkere Differenzen gemessen, wobei das Hepalbin-Rezirkulationsmodell die deutlich besseren Ergebnisse erzielt.

3.3.2 Toxinentfernung durch die Aktivkohleadsorber (Hepalbin-Rezirkulation/MARS) beziehungsweise den Anionenaustauscher (MARS)

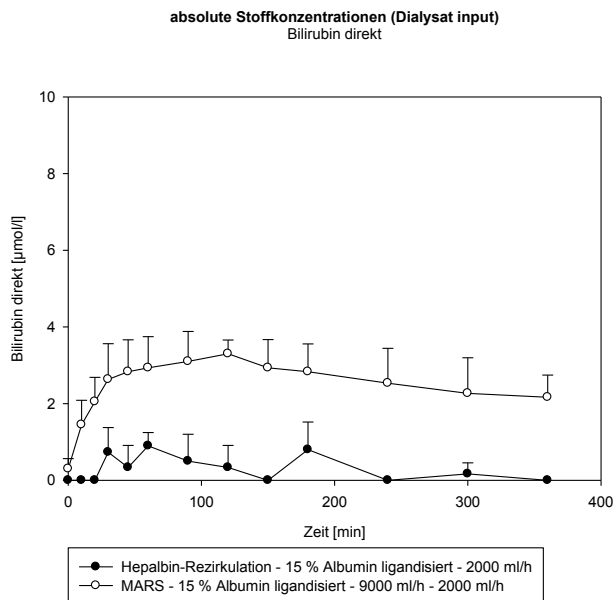


Abbildung 63: Direktes Bilirubin wird durch die Adsorber des Hepalbin-Rezirkulationsmodells besser aus dem Dialysat entfernt als bei MARS. Bei ersterem ist die Stoffkonzentration im Dialysat Input durchgehend unter 1 µmol/l, wohingegen im MARS-Versuch bereits nach 20 Minuten über 2 µmol/l nachgewiesen werden. Dieser Wert wird im Verlauf nicht mehr unterschritten. Der Peak liegt bei 3,3 µmol/l (120 Minuten). (Anhang Tabelle A3, A23)

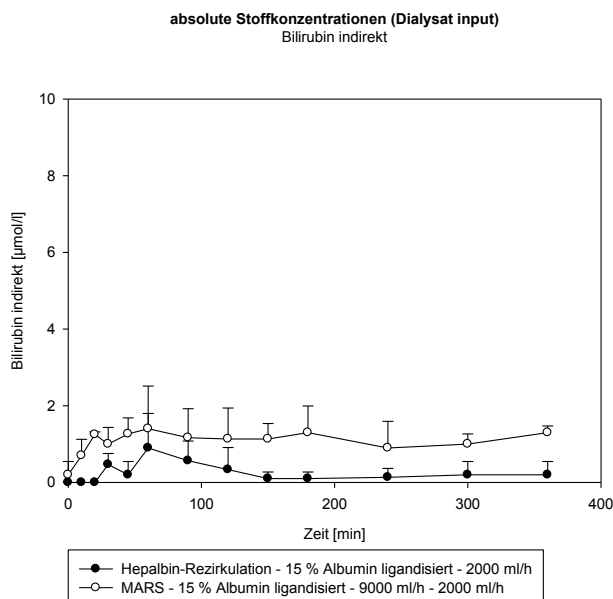


Abbildung 64: Die Konzentration des indirekten Bilirubins verläuft nach 30 Minuten mittels der Hepalbin-Rezirkulation zwischen 0,1 µmol/l (150, 180 Minuten) und 0,9 µmol/l (60 Minuten). Bei MARS werden in diesem Zeitraum zwischen 0,9 µmol/l (240 Minuten) und 1,4 µmol/l (60 Minuten) gemessen. (Anhang Tabelle A3, A23)

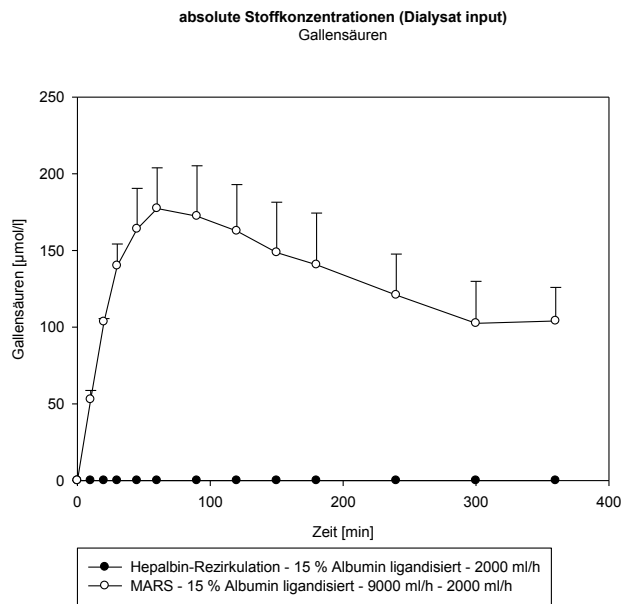


Abbildung 65: Durch die Verwendung der Aktivkohleabsorber des Hepalbin-Rezirkulationsversuches können die Gallensäuren vollständig aus dem Dialysat entfernt werden. Bei MARS steigt deren Konzentration im Messpunkt vor der Membran rasch auf bis zu 177 µmol/l nach einer Stunde an. Danach sinkt diese bis zum Behandlungsende auf knapp über 100 µmol/l. (Anhang Tabelle A3, A23)

Die Ergebnisse in den jeweiligen zweiten Kreisläufen decken sich mit denen im Patientenkreislauf. Die Aktivkohleabsorber des Hepalbin-Rezirkulationsmodells ermöglichen im Messpunkt vor der Membran eine durchgehend deutlich geringere Konzentration an Gallensäuren ($p < 0,0001$) als die Adsorber des MARS. Für die Bilirubinkonzentrationen sind hier keine Signifikanzen zu beweisen.

Bei beiden Formen des Bilirubins fällt auf, dass bei Verwendung des Hepalbin-Rezirkulationsmodells beide Stoffe innerhalb der ersten 20 Minuten vollständig durch die Adsorber aus dem Dialysat entfernt werden. Im weiteren Behandlungsverlauf werden im Messpunkt Dialysat input sehr geringe und diskret schwankende Konzentrationen an direktem und indirektem Bilirubin gemessen. Dieser fehlende Stoffnachweis aufgrund von Bilirubinkonzentrationen unterhalb der Nachweisgrenze ist beim MARS zu keinem Zeitpunkt der Fall. Die Konzentrationen sowohl des direkten als auch des indirekten Bilirubins verbleiben im Verlauf auf einem annähernd konstanten Niveau, welches innerhalb der ersten 20 Minuten erreicht wird. Bei dieser Therapiemethode steigt die Gallensäurenkonzentration innerhalb der ersten Stunde rasch bis auf den recht hohen maximalen Wert an, fällt danach aber mit Ausnahme der letzten Messung nach sechs Stunden annähernd konstant ab. Dies ist die Erklärung für die Differenzen der Gallensäurenkonzentrationen im Patientenkreislauf zwischen beiden Behandlungsmethoden. Aufgrund der hohen verbleibenden Gallensäurenkonzentrationen hinter den Adsorbern im MARS-Kreislauf kann diese in Relation höhere Stoffkonzentration im Patientenkreislauf durch den geringen verbleibenden Konzentrationsgradienten dennoch nicht weiter gesenkt werden.

3.3.3 Filtrationskonzentrationen über die Membran

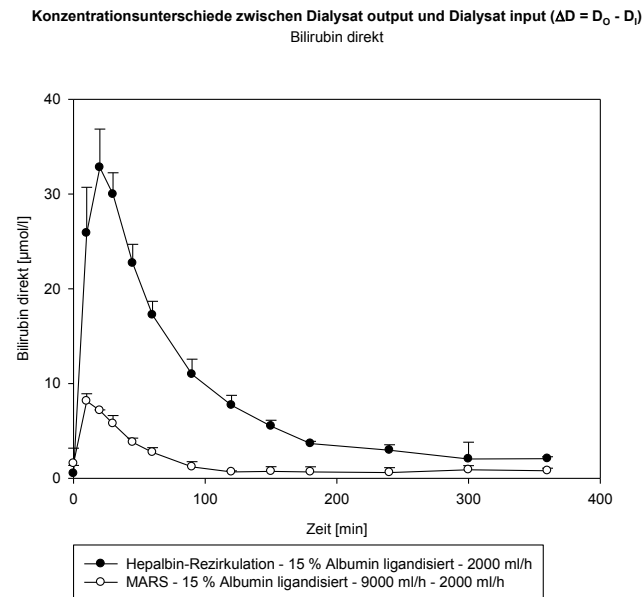


Abbildung 66: Das Hepalbin-Rezirkulationsmodell filtert eine höhere Bilirubinkonzentration (direktes Bilirubin) durch die Membran aus dem Patientenkreislauf als MARS. In beiden Versuchen wird das Maximum mit 33 µmol/l (Hepalbin-Rezirkulation) respektive 8 µmol/l (MARS) innerhalb der ersten 20 Minuten gemessen. Im weiteren Verlauf nimmt diese Konzentration deutlich ab. (Anhang Tabelle A4, A24)

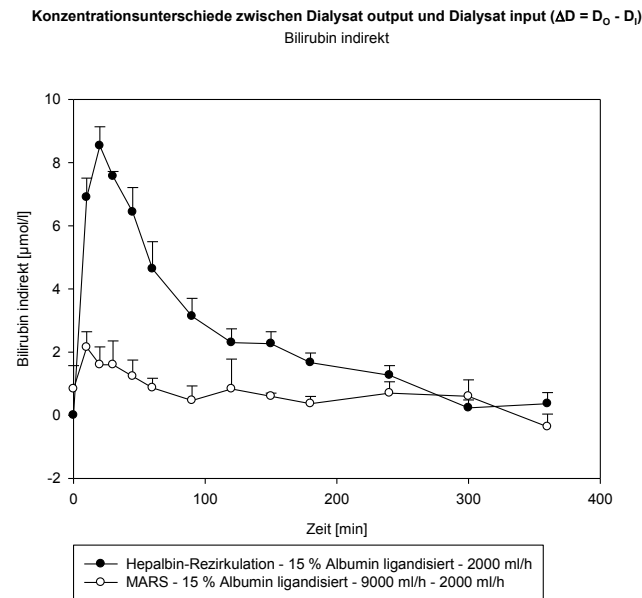


Abbildung 67: Die Detoxifikationsmenge beträgt für indirektes Bilirubin mithilfe der Hepalbin-Rezirkulation zwischen 9 µmol/l (20 Minuten) und 0,2 µmol/l (300 Minuten). Im Vergleichsversuch sind dies bereits nach zehn Minuten 2 µmol/l. Danach fällt diese Menge auf bis zu 0,4 µmol/l (180 Minuten) ab. Zur letzten Messung wird eine Rückdiffusion von 0,4 µmol/l in den Patientenkreislauf gemessen. (Anhang Tabelle A4, A24)

Konzentrationsunterschiede zwischen Dialysat output und Dialysat input ($\Delta D = D_o - D_i$)
Gallensäuren

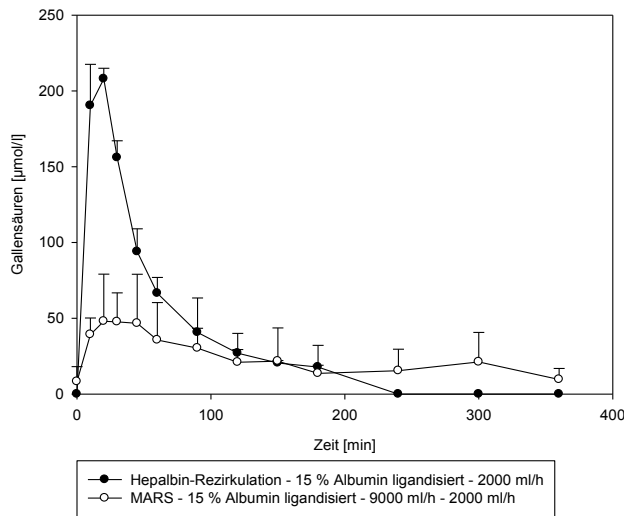


Abbildung 68: Die Gallensäuren werden innerhalb der ersten drei Stunden durch die Hepalbin-Rezirkulation in höherer Konzentration (zwischen 18 und 208 $\mu\text{mol/l}$) als durch MARS (zwischen 14 und 48 $\mu\text{mol/l}$) aus dem Patienten entfernt. Bei Ersterem ist dieser Stoff danach im Dialysat output nicht mehr nachweisbar, sodass eine Filtration nur noch bei MARS messbar wird. (Anhang Tabelle A4, A24)

Bezüglich der Stoffmengen, die pro Zeit über die Membran filtriert werden, zeigen sich zwischen beiden Behandlungsmethoden zunächst deutliche Unterschiede. Besonders innerhalb der ersten Stunde können dabei mit Hilfe des Hepalbin-Rezirkulationsmodells die deutlich höheren Konzentrationen aller untersuchten Stoffe gemessen werden, die im Verlauf jedoch stark absinken. Unter MARS fällt lediglich die filtrierte Menge an direktem Bilirubin nach den ersten Minuten ab, die Gallensäuren und das indirekte Bilirubin unterliegen geringeren Schwankungen. Die maximalen Filtrationskonzentrationen betragen unter der Hepalbin-Rezirkulation in etwa das Vierfache zu denen unter MARS. Allerdings gilt zu bedenken, dass die Flussrate im MARS-Mittelkreislauf um den Faktor 4,5 höher ist. Somit ergibt sich bei kürzerer Kontaktzeit der Lösung in diesem Kreislauf mit der Membran eine um diesen Faktor erhöhte Menge der Einzelkontakte je Zeiteinheit im Gegensatz zum Hepalbin-Rezirkulationsmodell. Um die direkte Vergleichbarkeit zu verbessern, werden nun die Ergebnisse der MARS-Behandlung mit eben jenem Faktor multipliziert. Dabei fallen die Unterschiede entsprechend geringer aus. Die Maximalkonzentrationen zu Behandlungsbeginn sind nun auf ähnlichen Niveaus und die Verläufe der Filtrationskonzentrationen sind insbesondere für die beiden Formen des Bilirubins vergleichbar. Einzig die der Gallensäuren weisen unter der MARS-Therapie nach der ersten halben Stunde deutlich höhere Werte auf, da darunter im Versuchsverlauf kein derart deutlicher Konzentrationsabfall wie in der Vergleichsbehandlung zu verzeichnen ist. Allerdings sind die ermittelten Standardabweichungen der Filtrationskonzentrationen der Gallensäuren unter MARS sehr hoch und der Verlauf diskontinuierlich, wodurch auf eine gewisse Unsicherheit der Reproduzierbarkeit geschlossen

werden muss. Diese nahezu über den ganzen Behandlungsverlauf durchschnittlich höheren Filtrationskonzentrationen decken sich nicht mit den höheren im Patientenkreislauf verbleibenden Gallensäurenkonzentrationen unter MARS, die durch die schlechtere Gallensäurenentfernung aus dem zweiten Kreislauf bedingt ist.

Bei dem Hepalbin-Rezirkulationsmodell verhalten sich die Filtrationsmengen des direkten Bilirubins und der Gallensäuren im Behandlungsverlauf entsprechend der relativen Konzentrationen im Patientenkreislauf. Demgegenüber nimmt die filtrierte Menge an indirektem Bilirubin bei annähernd konstanten Werten im ersten Kreislauf ab. Unter MARS wird für beide Formen des Bilirubins ähnliches beobachtet.

3.4 8 Stunden Hepalbin-Rezirkulation + 16 Stunden kontinuierliche veno-venöse Hämodialyse (CVVHD) versus 24 Stunden MARS

3.4.1 Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf

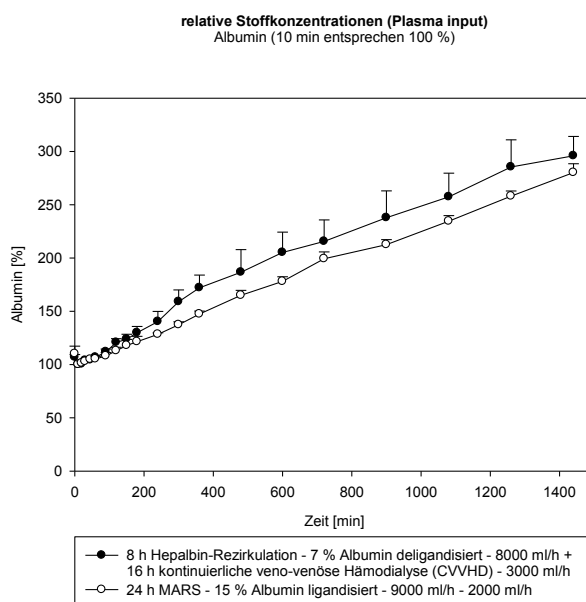


Abbildung 69: Unter der Kombinationsbehandlung aus Hepalbin-Rezirkulation und CVVHD steigt die relative Albuminkonzentration stärker an als unter MARS. Bei ersterer Therapie werden zum Ende der Hepalbin-Rezirkulationsbehandlung nach acht Stunden 187 Prozent des Ausgangswertes gemessen. Demgegenüber sind es mithilfe der MARS-Behandlung bis zu diesem Zeitpunkt 165 Prozent. Unter der anschließenden CVVHD steigt diese Konzentration weiter auf insgesamt 296 Prozent. Im Vergleichsversuch liegen nach 24 Stunden 280 Prozent der ursprünglichen Albuminkonzentration vor. (Anhang Tabelle A17, A21)

Bei der MARS-Therapie erfolgt die Zunahme der relativen Albuminkonzentration durch ständige Zuführung dieses Trägerstoffes in den Patientenkreislauf über den gesamten Zeitraum nahezu gleichmäßig. In der Vergleichsbehandlung geschieht die Konzentrierung des Albumins zunächst unter der Hepalbin-Rezirkulationstherapie stärker als unter der darauffolgenden CVVHD. Daher könnte unter Ersterer der Eindruck entstehen, dass bei Verwendung

einer für Albumin undurchlässigen Dialysatmembran dem Patientenmodell im Rahmen dieser Leberersatztherapie in übermäßiger Form Flüssigkeit entzogen wird. Unter der anschließenden CVVHD entspricht die Zunahme der Albuminkonzentration in etwa der unter der gleichzeitig laufenden MARS-Behandlung. Allerdings nehmen durch die CVVHD die Standardabweichungen zu, sodass diese Therapieform größere Schwankungen der Messwerte bedingt. In der Gesamtheit sind zwischen dem Kombinationsexperiment aus Hepalbin-Rezirkulation und CVVHD und der MARS-Therapie bezüglich der Konzentrationsverläufe des Albumins jedoch keine signifikanten Unterschiede feststellbar. Somit ist eine überdurchschnittliche Konzentrierung aller im Patientenkreislauf gelösten Stoffe durch ungleichmäßige Volumenverschiebungen in einer der Versuchsreihen nicht statistisch sicher nachzuweisen.

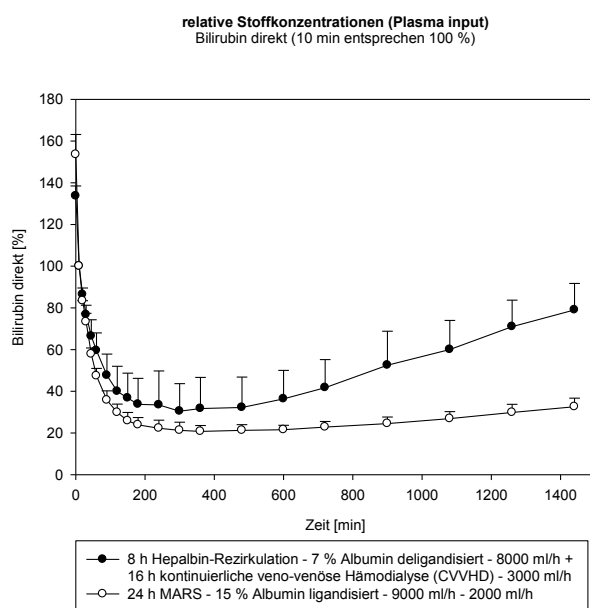


Abbildung 70: Innerhalb der ersten acht Stunden ist die Filtrationsmenge des direkten Bilirubins scheinbar größer als die durch das Zweikompartmentmodell nachfließende Menge dieses Stoffes, sodass in beiden Versuchen eine Senkung der Bilirubinkonzentration vorliegt. Mit einer maximalen Differenz von 11 Prozentpunkten nach vier sowie nach acht Stunden liegen dabei unter MARS mit einem Minimum von 21 Prozent (6 Stunden) die geringeren relativen Bilirubinkonzentrationen vor. Nach dem Wechsel von Hepalbin-Rezirkulation auf CVVHD steigt diese von 32 Prozent (8 Stunden) kontinuierlich auf zum Ende 79 Prozent des Ausgangswertes an. Unter MARS steigt diese Konzentration zunächst nur langsam wieder an und erreicht zur letzten Messung nach 24 Stunden einen Wert von 33 Prozent. (Anhang Tabelle A17, A21)

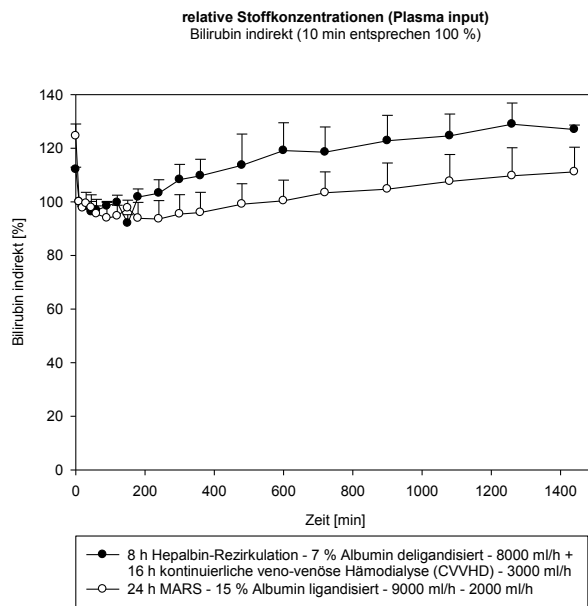


Abbildung 71: Mittels Hepalbin-Rezirkulation ist bei Verwendung des Zweikompartmentenmodells nur innerhalb der ersten zwei Stunden eine geringe Senkung der Konzentration des indirekten Bilirubins unter die Ausgangskonzentration zu messen. Danach liegt diese komplett darüber. Zum Abschluss der Hepalbin-Rezirkulation beträgt die relative Konzentration 114 Prozent (8 Stunden), nach Beendigung der anschließenden CVVHD werden 127 Prozent nachgewiesen. Unter MARS kann die Stoffkonzentration auf bis zu 94 Prozent (4 Stunden) gesenkt werden und erreicht nach zehn Stunden wieder den Ausgangswert. Nach 24 Stunden liegt die relative Konzentration des indirekten Bilirubins mittels der MARS-Therapie bei 111 Prozent. (Anhang Tabelle A17, A21)

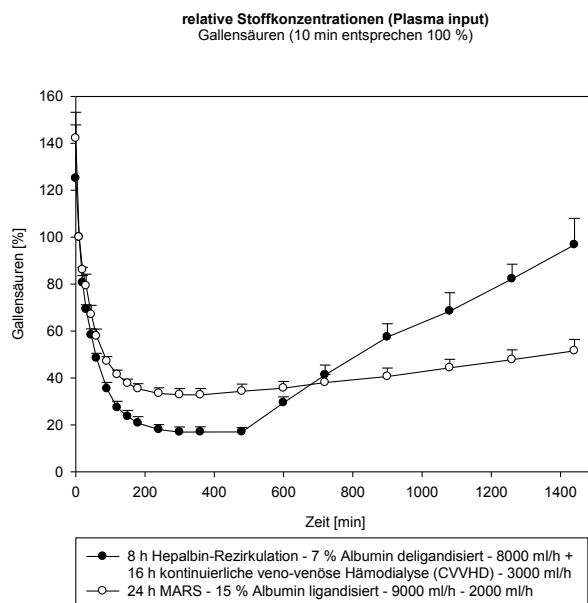


Abbildung 72: Während der Hepalbin-Rezirkulationstherapie können die Gallensäuren mit einer Senkung der relativen Konzentration auf 17 Prozent nach acht Stunden effektiver aus dem Patienten entfernt werden als durch MARS (34 Prozent nach 6 Stunden). Nach dem Wechsel der ersten Versuchsreihe auf CVVHD steigt dieser Wert an, wodurch nach 24 Stunden mit 97 Prozent nahezu die Ausgangskonzentration wiedererreicht wurde. Bei MARS steigt die Menge an Gallensäuren in diesem Zeitraum geringer an und beträgt zum Ende 52 Prozent. (Anhang Tabelle A17, A21)

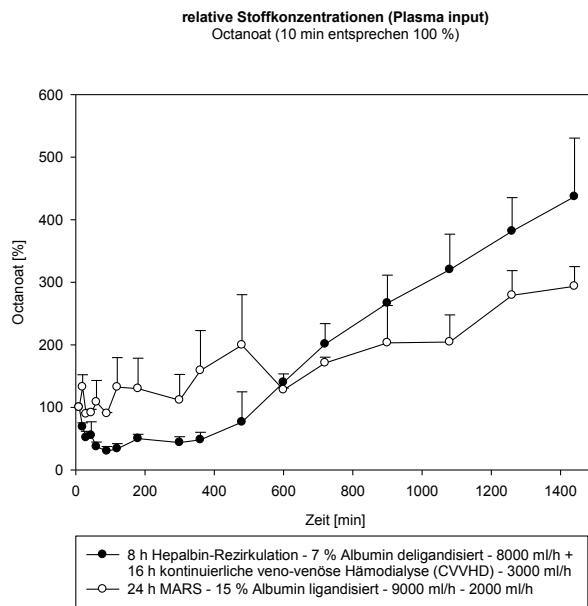


Abbildung 73: Für Octanoat zeigt sich ein ähnliches Bild. Durch die Hepalbin-Rezirkulation wird die relative Konzentration auf minimal 30 Prozent gesenkt (90 Minuten), mit CVVHD steigt sie anschließend von 76 Prozent (8 Stunden) kontinuierlich auf 437 Prozent des Zehnminutenwertes. Unter MARS wird die geringste Konzentration mit 89 Prozent nach 30 Minuten erreicht und steigt danach diskontinuierlich auf 293 Prozent zum Versuchsende an. (Anhang Tabelle A17, A21)

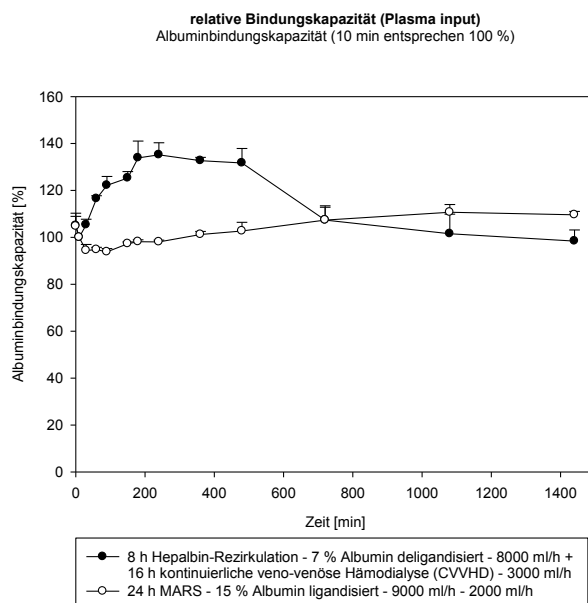


Abbildung 74: Auf die Albuminbindungskapazität trifft ebenfalls zu, dass unter Hepalbin-Rezirkulation bessere, sowie nach der CVVHD schlechtere Werte als mithilfe der MARS-Therapie vorliegen. Erstere kann diese Kapazität relativ zum Ausgangswert bereits nach 240 Minuten auf 135 Prozent steigern, nach insgesamt acht Stunden sind es 3 Prozentpunkte weniger. Anschließend fällt sie unter der CVVHD weiter auf 98 Prozent (24 Stunden) ab. Die MARS-Behandlung sorgt zunächst für ein geringes Absinken der relativen Albuminbindungskapazität auf bis zu 94 Prozent (90 Minuten), kann diese danach aber bis auf 111 Prozent nach 21 Stunden anheben. Innerhalb der letzten drei Stunden verringert sie sich nochmal um 1 Prozentpunkt. (Anhang Tabelle A17, A21)

Beide Behandlungsverfahren führen über die gesamte Dauer von 24 Stunden zu hoch signifikant unterschiedlichen Konzentrationsverläufen der Gallensäuren ($p < 0,0001$) und des direkten Bilirubins ($p < 0,0001$) sowie hoch signifikanten Unterschieden der Albuminbindungskapazitäten ($p < 0,0001$) im Patientenkreislauf. Die differenten Auswirkungen beider Therapiemethoden auf die Stoffkonzentrationen des indirekten Bilirubins weisen im Patientenkreislauf keine Sicherheit bei der Irrtumswahrscheinlichkeit auf. Die unterschiedlichen Verläufe der Octanoatkonzentrationen ($p = 0,0057$) sind ebenfalls signifikant.

Die kontinuierliche veno-venöse Hämodialyse (CVVHD) ist nicht in der Lage, die hier untersuchten Toxine, direktes und indirektes Bilirubin sowie die Gallensäuren, in das Dialysat aufzunehmen (siehe dazu Messpunkt Dialysat output ab der Messung $t = 600$ min). Während dieser 16 Stunden findet jedoch weiterhin eine ständige Zuführung der endogenen Substanzen aus dem zweiten Kompartiment in den Patientenkreislauf statt, wodurch das durch das zuvor angewendete Hepalbin-Rezirkulationsmodell bereits erreichte Ergebnis obligatorisch verschlechtert wird. Um diesen Nachteil bei der angewendeten Behandlungskombination zu kompensieren, müssten die Stoffmengen durch die vorausgehende Hepalbin-Rezirkulationsbehandlung sehr effektiv gesenkt werden.

Die relativen Gallensäurenkonzentrationen liegen zunächst mittels der Hepalbin-Rezirkulation durchgehend unterhalb, im Verlauf der anschließenden Hämodialyse mit steigendem Ausmaß aber rasch oberhalb derer durch MARS erzielten Konzentrationen. Dieser kontinuierliche Wiederanstieg unter der CVVHD führt dazu, dass zum Versuchsende nahezu die Ausgangskonzentration an Gallensäuren zu Beginn der Hepalbin-Rezirkulation wiedererreicht wird. Ab der siebten Behandlungsstunde kommt es ebenfalls unter MARS zu einem Anstieg der relativen Gallensäurenkonzentration. Bezüglich des direkten Bilirubins können mittels der MARS-Therapie die durchgehend niedrigeren Stoffmengen gemessen werden, wobei der Vorteil darunter im zweiten Behandlungsabschnitt, durch Anwendung der CVVHD im Vergleichsversuch, wächst. Noch vor dem Wechsel auf die CVVHD wird bei beiden Versuchsreihen bereits die minimale relative Konzentration an direktem Bilirubin erreicht, die danach unter MARS in deutlich geringerer Weise ansteigt. Nahezu während der gesamten Behandlung kann die MARS-Therapie auch für das indirekte Bilirubin die niedrigeren Stoffmengen erzielen. Dabei findet bereits ab der fünften Stunde keine weitere Senkung der relativen Konzentration und damit ein stetiger Anstieg dessen statt. Diese zunächst effektive Detoxifikation lässt sich unter der Hepalbin-Rezirkulation nur während der ersten Stunde messen. Auffällig ist, dass unter dieser Therapie der Konzentrationsanstieg im Mittel stärker ausfällt, als unter der anschließenden CVVHD, obwohl bei letzterer im Gegensatz zum Hepalbin-Rezirkulationsmodell kein Nachweis des indirekten Bilirubins im Dialysat erfolgt. Die wahrscheinlichste Erklärung ist dabei eine stetig zunehmende Albuminbindung dieses endogenen Toxins. Schließlich wird dieses Transportmolekül, ebenso wie die endogenen Toxine,

während des gesamten Experimentes kontinuierlich aus dem zweiten Kompartiment infundiert. Dabei wird jedoch verhältnismäßig wesentlich mehr Albumin pro indirektes Bilirubin zugeführt als sich zum Versuchsbeginn im Patientenkreislauf befanden, wodurch die Zahl möglicher freier Bindungsstellen sukzessive steigt. Allerdings nehmen unter der CVVHD die Standardabweichungen und damit einhergehend die Unsicherheiten der ermittelten Durchschnittswerte zu. Das Phänomen der im Versuchsverlauf steigenden Menge an verfügbaren freien Bindungsstellen am Albumin ist ebenso bei dem direkten Bilirubin und den Gallensäuren zu berücksichtigen, nicht jedoch für das Octanoat, da patientenseitig in beiden Kompartimenten ligandisiertes Albumin zur Anwendung kommt. Unter Hepalbin-Rezirkulation kann die Ausgangskonzentration des Octanoats zunächst deutlich gesenkt werden, steigt dann unter der laufenden Therapie jedoch wieder an. Während der Hämodialyse führt die Kumulation des Toxins zu einem steilen Anstieg der Konzentration, sodass der Ausgangswert bereits nach der ersten Messung überschritten wird. Unter MARS lässt sich ein undulierender, aber diskreter Anstieg der Octanoatmenge nachweisen. Die Standardabweichungen sind dabei unter MARS und CVVHD größer als unter der Hepalbin-Rezirkulationstherapie, sodass bei letzterem Versuchsaufbau von einer besseren Steuerbarkeit des Behandlungsergebnisses ausgegangen werden kann. Die Albuminbindungskapazität profitiert von der Hepalbin-Rezirkulationsbehandlung im Sinne eines stärkeren Anstieges, fällt durch den Wechsel auf CVVHD jedoch schließlich unter die Werte, die durch die MARS-Therapie zum Ende nach 24 Stunden erreicht werden. Dabei steigt diese Kapazität unter der Hepalbin-Rezirkulation anfangs zügig an, verbleibt danach aber mit diskret sinkender Tendenz auf dem erreichten Niveau. Die darauffolgende Hämodialyse führt zunächst zu einem raschen Abfall, der im weiteren Verlauf geringer wird, begründet wiederum durch die steigende Menge zugeführten Albumins und damit potentiell freier Bindungsstellen. Die Verschlechterung unter der CVVHD ist der fehlenden Entfernung albuminpflichtiger Stoffe geschuldet. Jene Stoffe werden in teils stark steigender Menge durch das Albumin im Patientenkreislauf gebunden, wodurch die insgesamt noch zur Verfügung stehenden freien Bindungsstellen in ihrer Zahl abnehmen. Bereits die im Verlauf der Hepalbin-Rezirkulation einsetzende Verschlechterung der Detoxifikationsleistung mit daraus resultierenden Anstiegen der Stoffkonzentrationen führt letztlich zu einem messbaren Absinken der Bindungskapazität des Albumins. MARS führt seinerseits insgesamt zu einer geringen Verbesserung der Albuminbindungskapazität, wenngleich zum Therapieende ein diskreter Abfall gleicher Ursache zu verzeichnen ist.

Somit zeigt sich zum Therapieende nach 24 Stunden, dass, bezogen auf alle untersuchten Stoffe und die Albuminbindungskapazität, unter MARS die besseren Ergebnisse erzielt wurden als unter der Kombination aus acht Stunden Hepalbin-Rezirkulation, gefolgt von 16 Stunden CVVHD. Somit ist die Hepalbin-Rezirkulation, trotz der Verwendung einer 7-prozentigen Lösung deligandisierten Albumins, im Rahmen der eintägigen Behandlung nicht

in der Lage, die Nachteile der CVVHD ausreichend zu kompensieren. Allerdings wirkt es ebenso, als könne die MARS-Methode die zunehmende Belastung durch die Toxinzuführung nicht ausgleichen. So kommt es, jedoch in unterschiedlicher Ausprägung, zum Behandlungsende zu einer durchweg auftretenden Verschlechterung der bereits erreichten Werte. Dies trifft ebenso für die Hepalbin-Rezirkulation zu. Bis auf die Gallensäuren verschlechtern sich darunter alle Werte mindestens kurz vor dem Wechsel auf die CVVHD.

3.4.2 Toxinentfernung durch die Aktivkohleadsorber (Hepalbin-Rezirkulation/MARS) beziehungsweise den Anionenaustauscher (MARS)

Bei der Behandlungsmethode aus Hepalbin-Rezirkulation und anschließender kontinuierlicher veno-venöser Hämodialyse (continuous veno-venous hemodialysis [CVVHD]) werden nur die ersten acht Therapiestunden berücksichtigt, da im Rahmen der CVVHD während der letzten 16 Stunden keines der berücksichtigten Toxine der Membran zugeführt wird und somit keine Messung im Dialysat input stattfand.

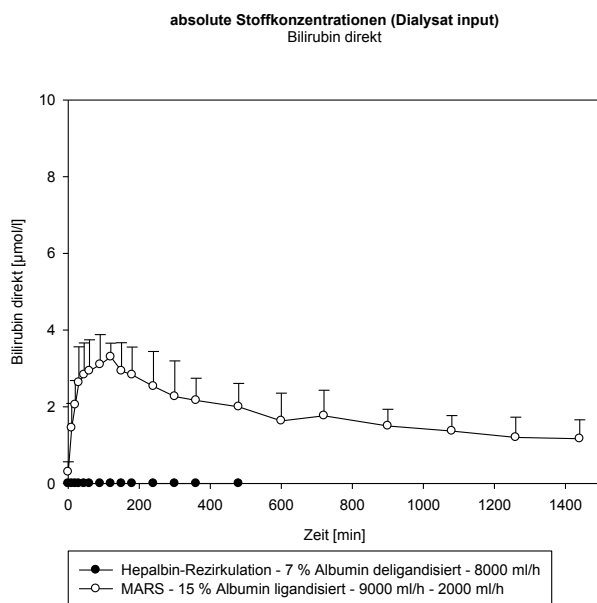


Abbildung 75: Im Hepalbin-Rezirkulationsversuch kann das gesamte Bilirubin durch die Adsorber durchgehend vollständig aus dem zweiten Kreislauf entfernt werden. Dies ist unter MARS zu keinem Zeitpunkt der Fall. Im Maximum werden im Dialysat input 3,3 µmol/l (120 Minuten) gemessen. Diese Konzentration sinkt im Behandlungsverlauf, verbleibt jedoch oberhalb von 1 µmol/l. (Anhang Tabelle A19, A23)

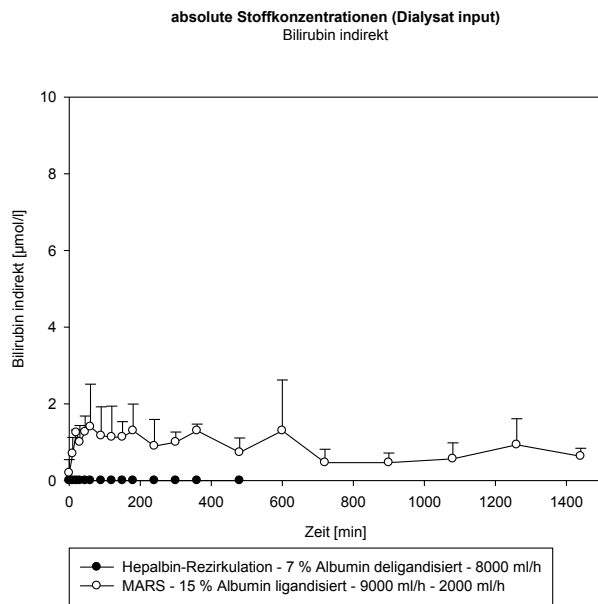


Abbildung 76: Das indirekte Bilirubin ist unter der Hepalbin-Rezirkulationstherapie ebenso zu keinem Zeitpunkt nachweisbar. Die Adsorber des MARS sind nicht zu einer vollständigen Reinigung der Lösung im Mittelkreislauf von diesem Stoff in der Lage. Die absolute Konzentration unduliert dabei um 1 µmol/l. (Anhang Tabelle A19, A23)

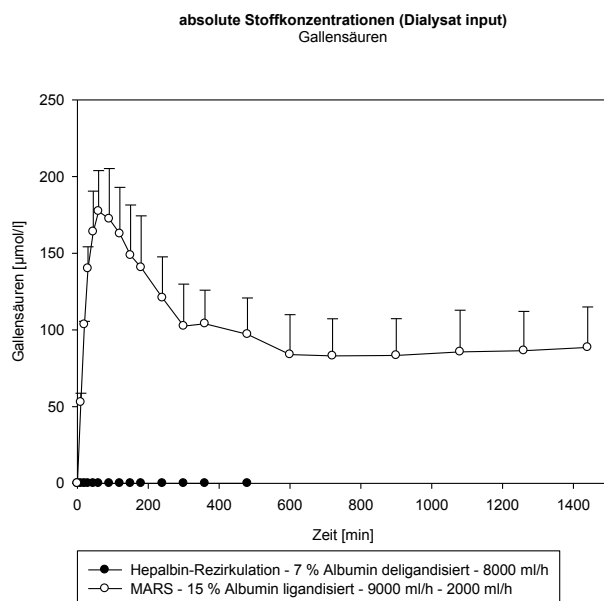


Abbildung 77: Die Konzentration der Gallensäuren liegt unter Hepalbin-Rezirkulation ebenfalls im gesamten Verlauf unterhalb der Nachweisgrenze. Während der MARS-Behandlung fallen im zweiten Kreislauf vor der Membran nach der ersten Stunde bis zu 177 µmol/l dieses Toxins an. Danach sinkt die Konzentration bis zur Messung nach zehn Stunden auf 84 µmol/l ab und wird danach annähernd konstant gehalten. (Anhang Tabelle A19, A23)

Bei Verwendung von deligandisiertem Albumin in 7-prozentiger Konzentration führt der Hepalbin-Rezirkulationsaufbau zu einer vollständigen Entfernung aller untersuchten Toxine aus dem Dialysatkreislauf. MARS kann dies im Mittelkreislauf nicht erreichen. Dabei fallen die nach dem Passieren der Adsorber verbleibenden Stoffmengen an Bilirubin recht gering und im Verlauf annähernd gleichbleibend aus, die der Gallensäuren sind jedoch vergleichsweise

hoch. Signifikante Unterschiede lassen sich nur für die Gallensäurenkonzentrationen ($p < 0,0001$) nachweisen. Die nicht aus dem zweiten Kreislauf des MARS entfernten Gallensäuren können nach einer zunächst raschen und starken Kumulation in ihrer Konzentration im Behandlungsverlauf halbiert werden. Ab der zehnten Stunde bleibt diese im Messpunkt vor der Membran jedoch annähernd konstant, sodass die durch die Adsorber entfernten Stoffmengen in etwa den aus dem Patientenkreislauf filtrierten Mengen entsprechen. Diese nicht suffiziente Entfernung der Gallensäuren aus dem Mittelkreislauf ist als Ursache der vergleichsweise hohen patientenseitigen Stoffkonzentrationen zu werten. Bei zu Beginn zusätzlich höherer Filtrationskonzentration als im weiteren Behandlungsverlauf kann die Gallensäurenkonzentration nach anfänglicher Anflutung im Mittelkreislauf vor der Membran dennoch gesenkt werden. Obwohl in der zweiten Therapiehälfte die aus dem Patientenkreislauf filtrierten und damit dem MARS-Kreislauf zugeführten Stoffmengen niedriger sind als zu Beginn, wird die Konzentration im Messpunkt Dialysat input nicht weiter verringert. Somit nimmt die Adsorberleistung des MARS im Verlauf deutlich ab. Da die durch die Adsorber gebundenen Gallensäuren in ihrer Konzentration jedoch über Stunden konstant bleiben, ist eine zeitlich abhängige Sättigung unwahrscheinlich. Hier scheint ein von der zugeführten Gallensäurenkonzentration abhängiges Ausmaß der Adsorberleistung ursächlich zu sein.

3.4.3 Filtrationskonzentrationen über die Membran

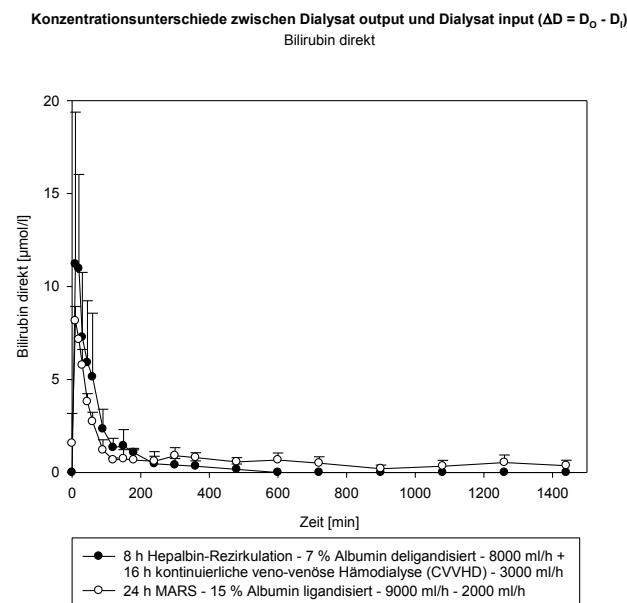


Abbildung 78: Innerhalb der ersten 20 Minuten wird direktes Bilirubin im Hepalbin-Rezirkulationsversuch mit einer Konzentration von 11 $\mu\text{mol/l}$ aus dem Patientenkreislauf filtriert. Danach fällt diese Menge rasch ab und liegt nach zwei Stunden nur noch knapp über 1 $\mu\text{mol/l}$, Tendenz weiter fallend. Nach dem Umschalten auf die CVVHD wird direktes Bilirubin nicht mehr filtriert und ist im Messpunkt Dialysat output nicht nachweisbar. Unter MARS wird zu Beginn eine Filtrationskonzentration von 8 $\mu\text{mol/l}$ (10 Minuten) erreicht. Nach zwei Stunden ist diese auf unter 1 $\mu\text{mol/l}$ gesunken und verbleibt bis zum Versuchsende unter diesem Wert. (Anhang Tabelle A20, A24)

Konzentrationsunterschiede zwischen Dialysat output und Dialysat input ($\Delta D = D_o - D_i$)

Bilirubin indirekt

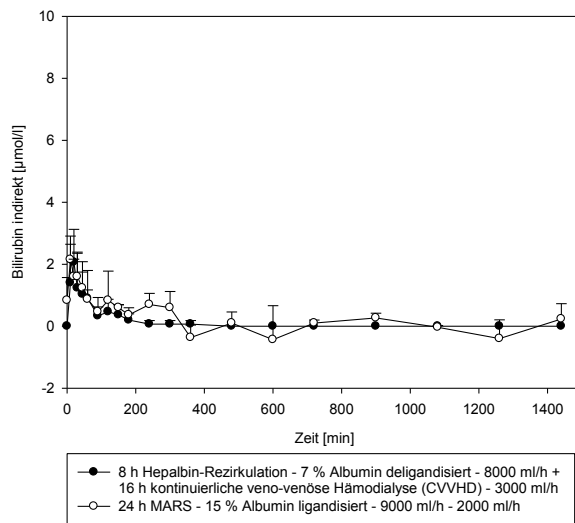


Abbildung 79: Indirektes Bilirubin diffundiert bei Verwendung des Hepalbin-Rezirkulationsmodells mit maximal 2 µmol/l (20 Minuten) in den Dialysatkreislauf. Diese Konzentration nimmt kontinuierlich ab, sodass bereits ab dem Ende der Hepalbin-Rezirkulationsbehandlung kein Übertritt dieses Stoffes messbar ist. Mit Hilfe von MARS wird die höchste Filtrationskonzentration ebenfalls mit 2 µmol/l (10 Minuten) erreicht. Nach Abschluss der ersten Stunde unduliert dieser Wert durchschnittlich zwischen -0,5 µmol/l und 1 µmol/l. Somit ist ein Rückstrom des indirekten Bilirubins in den Patientenkreislauf vorhanden. (Anhang Tabelle A20, A24)

Konzentrationsunterschiede zwischen Dialysat output und Dialysat input ($\Delta D = D_o - D_i$)

Gallensäuren

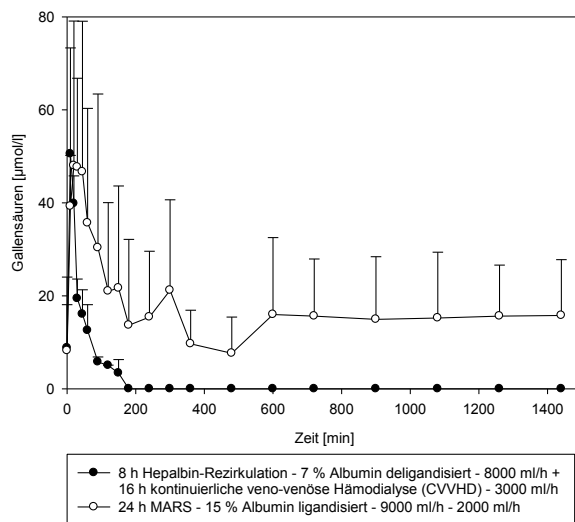


Abbildung 80: Bei der Gallensäurenentfernung zeigt sich für die Hepalbin-Rezirkulation ein ähnliches Bild. Zum Versuchsbeginn werden mit 51 µmol/l (10 Minuten) die höchsten Konzentrationen gemessen, welche danach rasch absinken. Bereits nach drei Stunden ist eine Filtration dieses Stoffes nicht mehr nachweisbar. Durch MARS werden innerhalb der ersten Stunde bis zu 48 µmol/l (20, 30 Minuten) aus dem Patientenkreislauf entfernt. Bis zur Messung nach acht Stunden fällt dieser Wert diskontinuierlich auf 8 µmol/l ab und verbleibt danach bis zum Versuchsende bei durchschnittlich 15 µmol/l. (Anhang Tabelle A20, A24)

Bei beiden Versuchsreihen werden für alle untersuchten Stoffe innerhalb der ersten 20 Minuten die höchsten Filtrationskonzentrationen gemessen. Diese fallen danach wieder rasch ab. Während der CVVHD findet kein messbarer Stoffaustausch über die Membran statt. Dies wird bei der vorangestellten Hepalbin-Rezirkulation für die Gallensäuren bereits nach drei Stunden und für das indirekte Bilirubin zur letzten Messung nach acht Stunden beobachtet. Lediglich das direkte Bilirubin wird unter der Hepalbin-Rezirkulation durchgehend nachweisbar filtriert. Unter der MARS-Therapie fallen das direkte und indirekte Bilirubin ebenfalls sehr stark ab, bei letzterem wird zusätzlich intermittierend ein Rückstrom in den Patientenkreislauf gemessen. Bei den Gallensäuren wird unter MARS ein nicht derart starker Abfall der Filtrationskonzentration über die Zeit festgestellt, sodass dieser Stoff im Gegensatz zum Vergleichsversuch über den gesamten Behandlungsverlauf in deutlich gesteigerter Menge filtriert wird. Aufgrund der deutlich vorhandenen Standardabweichungen und dem fehlenden Korrelat im Patientenkreislauf sind diese Ergebnisse jedoch unter Vorbehalt zu werten. Die filtrierten Stoffmengen an direktem Bilirubin und Gallensäuren verlaufen bei der Hepalbin-Rezirkulation und zunächst auch unter MARS entsprechend der Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf. Der im Behandlungsverlauf auftretende Anstieg dieser beiden Toxine im Patientenkreislauf im MARS-Versuch spiegelt sich hingegen nicht in einer entsprechenden Veränderung der filtrierten Menge wider. Hier könnte man ursächlich einen Einbruch der Filtrationskonzentrationen durch Membranveränderungen erwarten oder, sofern die Membranverhältnisse nicht als Ursache gelten, kompensatorisch eine Steigerung der Filtrationskonzentration durch den vermehrten Konzentrationsgradienten. Das indirekte Bilirubin wird in beiden Versuchsreihen in rasch abnehmender Konzentration filtriert, obwohl im Patientenkreislauf durchgehend hohe und im Verlauf steigende Stoffmengen gemessen werden. Das stützt die Vermutung der steigenden Albuminbindung durch die konstante Zufuhr dieses Trägerstoffes mit entsprechenden freien Bindungsstellen in den Patientenkreislauf. Ebenso ist hierbei eine zeitlich abhängige Permeabilitätsverschlechterung der Membran für indirektes Bilirubin zu erwägen. In geringerem Ausmaß trifft diese Membrankomponente ebenso für direktes Bilirubin und die Gallensäuren bei Verwendung der MARS-Therapie zu, da die Filtrationskonzentrationen bei stetig steigenden Plasmakonzentrationen und ebenso zunehmenden Konzentrationsgradienten ab circa sechs Stunden nach Behandlungsbeginn konstant bleiben.

3.5 24 Stunden MARS mit einem Dialysatfluss von 2 Litern pro Stunde versus 8 Stunden MARS mit 30 Litern pro Stunden + 16 Stunden Therapiepause

3.5.1 Stoffkonzentrationen im Patientenkreislauf

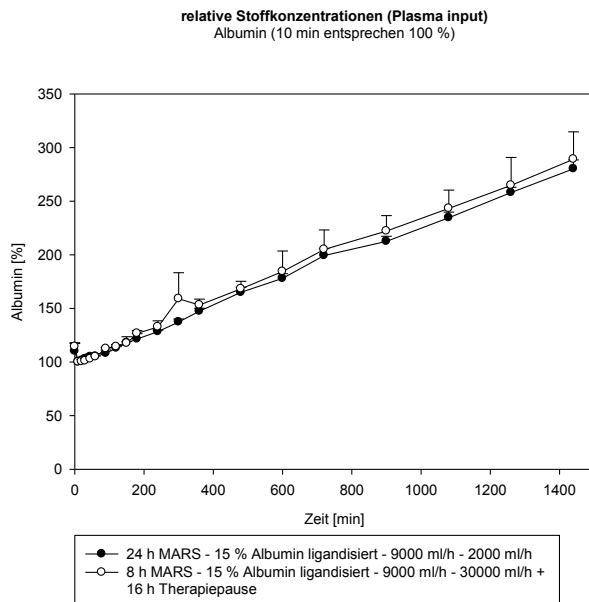


Abbildung 81: Unter 30 Liter pro Stunde im dritten Kreislauf der MARS-Methode steigt die relative Albuminkonzentration im Patientenkreislauf etwas stärker an als unter 2 Liter pro Stunde (168 Prozent gegenüber 165 Prozent nach 8 Stunden). Nach dem Abschalten der Maschine zeigt sich ebenfalls keine deutliche Veränderung des Anstieges im Vergleich zur Weiterbehandlung. Nach der Versuchsdauer von 24 Stunden werden unter kontinuierlicher Therapie 280 Prozent Albumin des Ausgangswertes gemessen, beim intermittierenden Verfahren sind dies 289 Prozent. (Anhang Tabelle A21, A25)

Über die gesamte Behandlungsdauer von 24 Stunden steigt die relative Albuminkonzentration in beiden Versuchsreihen nahezu gleichbleibend an. Eine Signifikanz lässt sich bezüglich der Differenzen zwischen beiden Verläufen nicht beweisen. Somit findet kein unterschiedlicher Flüssigkeitsentzug aus dem Patientenkreislauf statt, der zu einer zusätzlichen Konzentrierung und damit künstlichen Verfälschung der Werte aller in diesem Kreislauf gelösten Stoffe führt. Insbesondere nach dem Abschalten der MARS-Behandlung ist keine Änderung der Albuminkonzentrierung im Vergleich zum Versuch mit kontinuierlicher Therapie feststellbar. Insgesamt wird die Albuminkonzentration während der eintägigen Dauer fast verdreifacht.

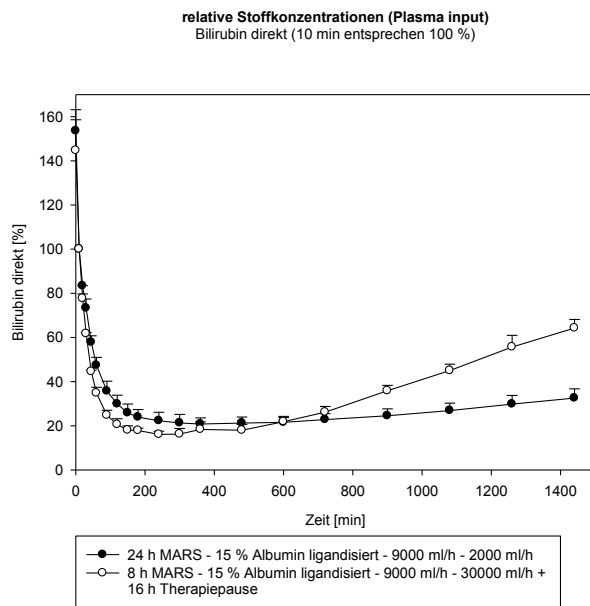


Abbildung 82: Mit einer Differenz von 3 Prozentpunkten nach acht Stunden ist der Vorteil der höheren Flussrate auf die Filtration des direkten Bilirubins zum Behandlungsende gering. Die größten Unterschiede finden sich innerhalb der ersten fünf Stunden (maximal 12 Prozentpunkte nach 1 Stunde). Mit maschineller Leberunterstützung steigt die relative Konzentration während der letzten 16 Stunden von 21 auf 34 Prozent, ohne dieses Verfahren hingegen von 18 auf 64 Prozent des Ausgangswertes an. (Anhang Tabelle A21, A25)

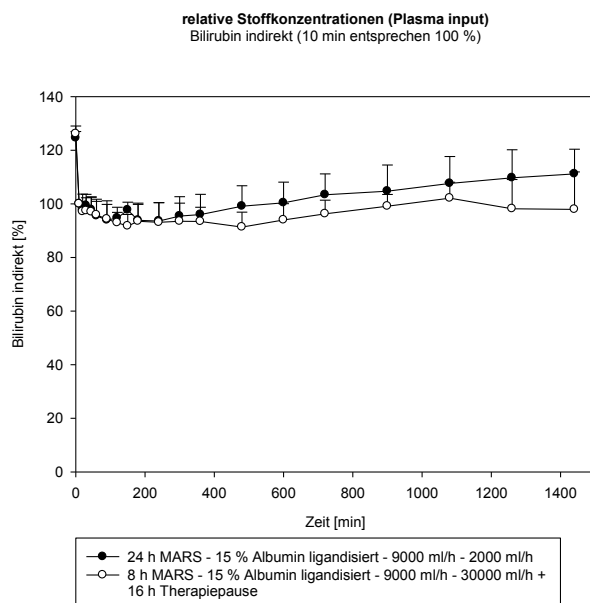


Abbildung 83: Indirektes Bilirubin profitiert außer zur Messung nach acht Stunden kaum von einer Steigerung des Dialysatflusses. Bei dieser letzten Messung werden darunter um 8 Prozentpunkte geringere Werte gemessen. Die relative Konzentration des indirekten Bilirubins steigt unter fortgesetzter Behandlung mit 12 Prozentpunkten sogar deutlicher an als ohne Behandlung (7 Prozentpunkte). (Anhang Tabelle A21, A25)

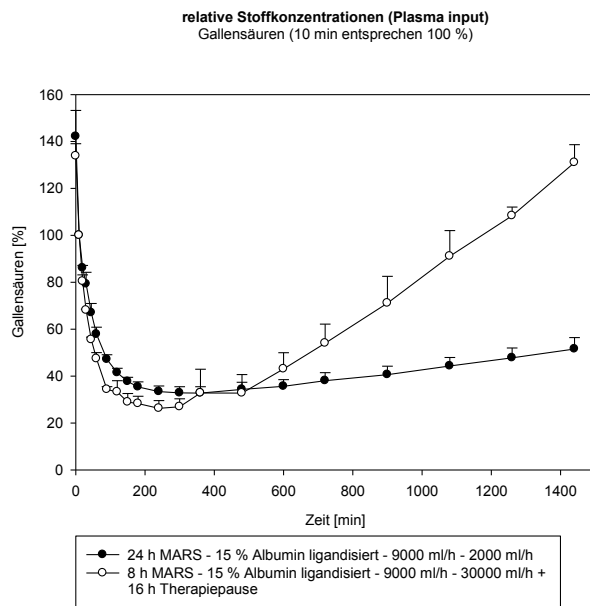


Abbildung 84: Die Erhöhung der Flussgeschwindigkeit im dritten Kreislauf ergibt für die Gallensäurenfiltration nur bis zur fünften Stunde einen Vorteil zwischen 6 und 13 Prozentpunkten. Nach dem Beenden der Behandlung (33 Prozent nach 8 Stunden) steigt die relative Konzentration der Gallensäuren deutlich an. Zur 21-Stunden-Messung ist die Ausgangskonzentration bereits überschritten, weitere drei Stunden später werden 131 Prozent gemessen. Unter weiterer MARS-Behandlung steigt dieser Wert im Vergleich auf 52 Prozent des Zehnminutenwertes an. (Anhang Tabelle A21, A25)

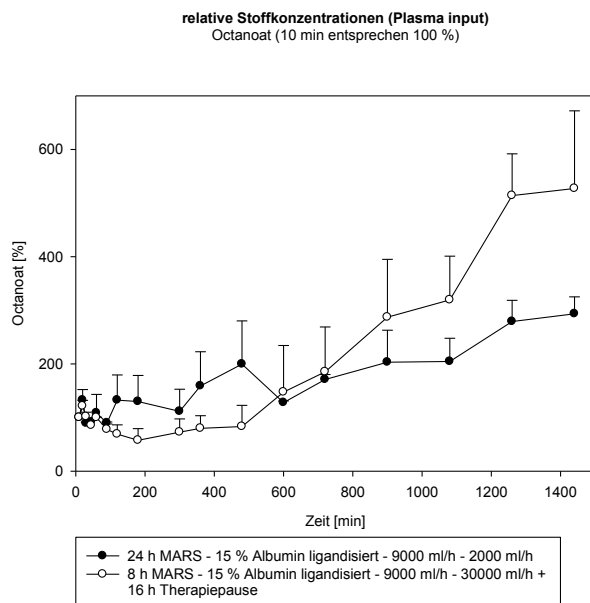


Abbildung 85: Die Octanoatkonzentration beträgt nach achtstündiger MARS-Behandlung mit 15-facher Dialysatgeschwindigkeit 83 Prozent (MARS intermittierend) und steigt nach Abschalten der Maschine innerhalb der folgenden 16 Stunden auf durchschnittlich 527 Prozent des Ausgangswertes bei zehn Minuten. Demgegenüber wird in diesem Intervall unter kontinuierlicher MARS-Therapie ein Anstieg von 200 Prozent (480 Minuten) auf 293 Prozent (1440 Minuten) gemessen. (Anhang Tabelle A21, A25)

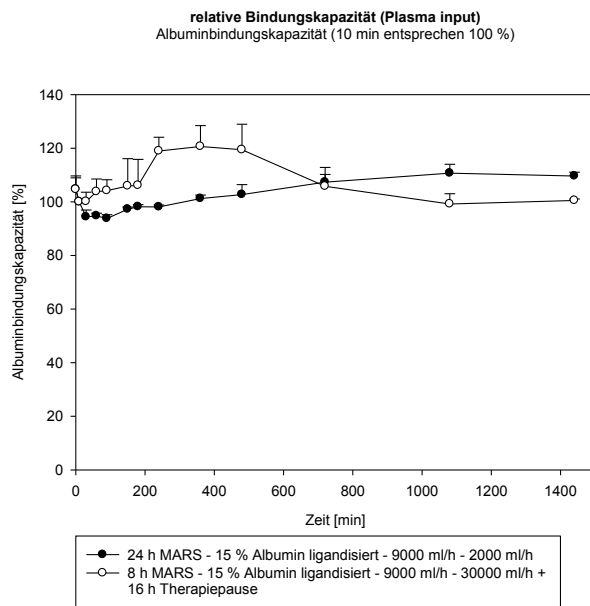


Abbildung 86: Bei Verwendung der kontinuierlichen MARS-Behandlung fällt die Albuminbindungskapazität relativ zum Zehnminutenwert zunächst auf 94 Prozent ab (90 Minuten) und kann danach bis zur Messung nach 21 Stunden kontinuierlich auf 111 Prozent ansteigen. Lediglich zum Versuchsende gibt dieser Wert 1 Prozentpunkt nach. Bei Einstellung von 30 Litern pro Stunde des Dialysats wird diese Kapazität von Beginn an verbessert und erreicht nach sechs Stunden ihr Maximum von 121 Prozent. Zum Therapieende nach weiteren zwei Stunden werden 119 Prozent des Ausgangswertes gemessen. Unter pausierter Behandlung sinkt die Albuminbindungskapazität nach insgesamt 24 Stunden auf 101 Prozent. (Anhang Tabelle A21, A25)

Zwischen beiden untersuchten Therapiemethoden sind die Unterschiede der Konzentrationsverläufe des direkten Bilirubins ($p < 0,0001$) und der Gallensäuren ($p < 0,0001$) über die Behandlungsdauer von 24 Stunden hoch signifikant. Bei den gemessenen Octanoatkonzentrationen und der Albuminbindungskapazität lassen sich, ebenso für das indirekte Bilirubin, über den gesamten Behandlungsverlauf keine Signifikanzen nachweisen.

Zunächst werden bei allen untersuchten Stoffen und der Albuminbindungskapazität unter forcierter MARS-Behandlung mittels gesteigerter Flussrate im Dialysat die insgesamt besseren Werte im Patientenkreislauf ermittelt. Mit Ausnahme des indirekten Bilirubins reicht dieser bis zum Beginn der Pausierung erreichte Vorteil nicht aus, um die aus der anschließenden Therapieunterbrechung resultierende Toxinkumulation auszugleichen. Somit werden über den Gesamtverlauf von 24 Stunden mittels der langsameren, jedoch kontinuierlichen Therapie die für den Patienten besseren Ergebnisse erzielt.

Das indirekte Bilirubin stellt dabei die bereits angesprochene Ausnahme dar. Bei Anwendung der standardisierten Therapiekonfiguration findet zunächst eine diskrete Abnahme der relativen Stoffkonzentration statt, die jedoch nach der vierten Behandlungsstunde kontinuierlich ansteigt. Somit ist das System von diesem Zeitpunkt an nicht mehr in der Lage, eine größere Stoffmenge aus dem Patientenkreislauf zu entfernen, als entsprechend der aus dem zweiten Kompartiment zugeführten Menge im Organismus des Erkrankten nachgebildet wird. Im

Vergleichsversuch werden erst ab der fünften Stunde Unterschiede in Form anhaltend niedrigerer relativer Konzentrationen messbar, sodass zum Ende dieser Therapie erneut eine Senkung dieser erreicht wird. Im weiteren Verlauf führt die Beendigung der Detoxifikationsmaßnahmen zu keinem deutlich stärkeren Anstieg der relativen Stoffmenge im Gegensatz zur fortgesetzten Behandlung. Zum Ende kann dabei paradoxerweise sogar eine Konzentrationsverminderung nachgewiesen werden. Somit scheint sich der Konzentrationsverlauf des indirekten Bilirubins im Patienten bei diesem Vergleich unabhängig der Vorgänge im Dialysatkreislauf zu verhalten. Ursächlich dafür ist am wahrscheinlichsten die in den vorangegangenen Versuchsreihen mehrfach angesprochene Zunahme der Albuminbindung des indirekten Bilirubins bei konstanter Zuführung des Albumins aus dem zweiten Kompartiment. Eine parallele Ansammlung dieses Toxins in der Membran lässt sich ebenso nicht ausschließen. Die Entfernung der übrigen Stoffe, direktes Bilirubin, Gallensäuren und Octanoat, profitiert zunächst deutlich von der erhöhten Flussrate im dritten Kreislauf bei der intermittierenden Behandlung. Allerdings werden dabei die geringsten relativen Stoffkonzentrationen nicht zur letzten Messung vor der Pausierung gemessen, sondern nach circa drei bis vier Stunden. Danach steigen diese Werte, eventuell aufgrund einer einsetzenden Sättigung der Adsorber im MARS-Kreislauf, wieder an und erreichen mit Ausnahme des Octanoats nahezu diejenigen unter der kontinuierlichen Therapie. Bereits innerhalb der ersten beiden Stunden nach Abschalten des Leberersatzverfahrens werden diese schließlich durchgehend überschritten. Im weiteren Verlauf wachsen die Stoffkonzentrationen ausnahmslos an. Dieser Wiederanstieg fällt für das Octanoat am stärksten und das direkte Bilirubin am geringsten aus. Bei Anwendung der kontinuierlichen Detoxifikation werden für die Gallensäuren und das direkte Bilirubin die niedrigsten relativen Konzentrationen nach sechs Stunden beobachtet. Danach kommt es wahrscheinlich ebenso zu einer Verminderung der Adsorberleistung des MARS. In der Folge resultiert daraus eine diskrete Erhöhung der Stoffmengen. Für das Octanoat lässt sich aufgrund der Flussrate von 2000 ml/h im dritten Kreislauf ein diskontinuierlicher Anstieg der Konzentration konstatieren. Dies geschieht ohne eine derart effektive Detoxifikation, wie sie durch die erhöhte Rate von 30000 ml/h wenigstens zu Beginn der Therapie erreicht wird. Die Albuminbindungskapazität profitiert deutlich von der gesteigerten Flussrate. Der in der zweiten Hälfte dieser ersten acht Stunden aufgetretene Toxianstieg im Patientenkreislauf spiegelt sich ebenso in der Kapazität des hiesigen Trägermoleküls durch eine geringe Verschlechterung zur letzten Messung wider. Während der darauffolgenden Therapieunterbrechung sinkt dieser Wert zunächst recht stark ab und erreicht nach insgesamt 24 Stunden wieder den Ausgangswert. Unter der Standardbehandlung fällt die Albuminbindungskapazität zu Beginn ab und steigt anschließend mit Ausnahme der letzten Bestimmung durchgehend an. Genau zur Versuchshälfte werden dabei die Werte der intermittierenden Behandlung überschritten.

3.5.2 Toxinentfernung durch die Aktivkohleadsorber und Anionenaustauscher

Da die Therapie bei der interemittierenden MARS-Behandlung nach acht Stunden beendet wird, entfällt die Darstellung der Toxinkonzentrationen ab diesem Zeitpunkt für diese Therapiemethode.

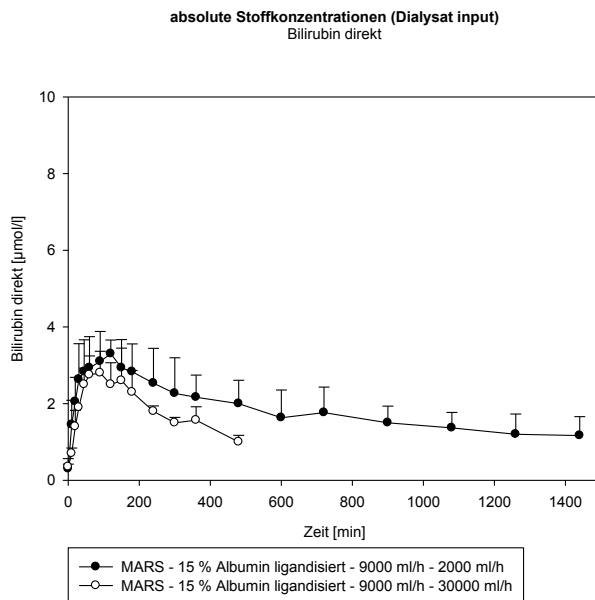


Abbildung 87: Die Reinigung des Mittelkreislaufs vom direkten Bilirubin profitiert mit Differenzen bis zu 1 µmol/l (480 Minuten) nur minimal von der gesteigerten Dialysatgeschwindigkeit. Im Mittel liegt die Konzentration dieses Stoffes in diesem Messpunkt bei 1 – 3 µmol/l. (Anhang Tabelle A23, A27)

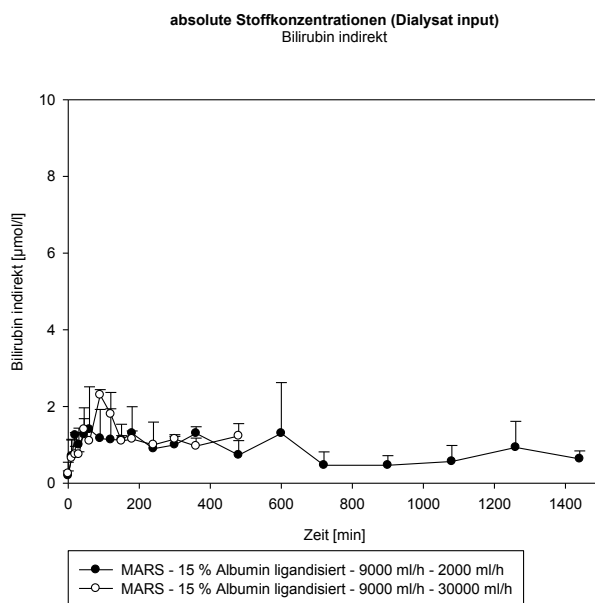


Abbildung 88: Beim indirekten Bilirubin ist dieser Unterschied weitaus geringer, sodass kein Vorteil des einen oder anderen Verfahrens hervorgeht. Dieser Stoff wird zumeist mit einer Konzentration von circa 1 µmol/l gemessen. (Anhang Tabelle A23, A27)

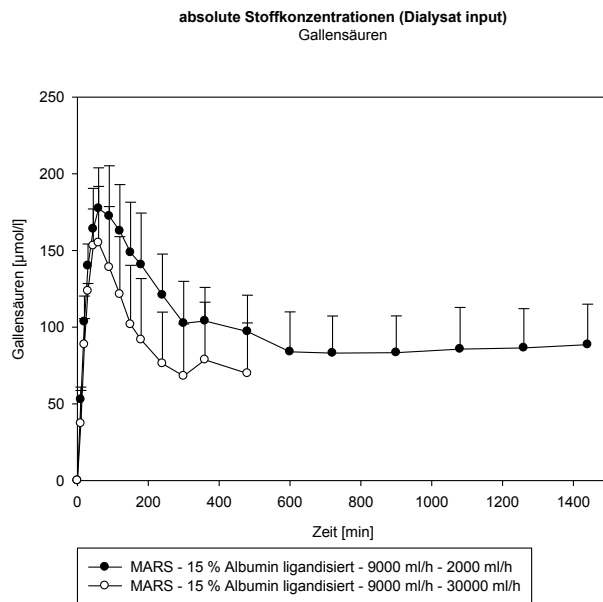


Abbildung 89: Die Gallensäurenentfernung aus dem MARS-Kreislauf ist unter höherer Flussrate im dritten Kreislauf größer. So werden vor der Membran unter Einstellung von 2 Liter pro Stunde im Maximum Konzentrationen von 177 µmol/l (60 Minuten) nachgewiesen, die bis zur Messung nach zehn Stunden auf 84 µmol/l absinken. Im weiteren Verlauf dieser Tagestherapie ist dies in etwa gleichbleibend. Unter 30 Liter pro Stunde sind die Werte während der ersten acht Stunden durchgehend niedriger. Nach ebenfalls 60 Minuten beträgt die höchste Konzentration 155 µmol/l, welche bis zur Achtstundenmessung auf 70 µmol/l abfällt. (Anhang Tabelle A23, A27)

Signifikante Unterschiede zwischen den Konzentrationsverläufen beider Konfigurationen des MARS lassen sich für keines der untersuchten Toxine nachweisen. Insgesamt sind die Adsorber und Anionenaustauscher sowie der verwendete dritte Kreislauf zu keinem Zeitpunkt in der Lage, die Stoffe aus dem MARS-Mittelkreislauf vollständig zu entfernen. Somit wird der Membran auf der Seite hin zum Patientenkreislauf niemals eine gänzlich gereinigte Lösung zugeführt, wodurch der mögliche Konzentrationsgradient zum Patientenkreislauf durchgehend vermindert ist. Innerhalb der ersten zwei Stunden werden im Messpunkt vor der Membran die höchsten Stoffkonzentrationen im Mittelkreislauf gemessen. Insbesondere bei den Gallensäuren sinken diese im weiteren Verlauf deutlich ab, die des direkten Bilirubins nur noch in geringer Weise und die Konzentrationen an indirektem Bilirubin verlaufen annähernd gleichbleibend. Allerdings sind die Absolutkonzentrationen des Bilirubins im Gegensatz zu den Gallensäuren insgesamt deutlich geringer. Auffällig ist überdies hinaus, dass unter der gesteigerten Flussrate im Dialysatkreislauf eine messbar geringere Gallensäurenkonzentration im Messpunkt Dialysat input vorhanden ist. Begründend ist aber nicht der Übertritt dieses Stoffes in den dritten Kreislauf sondern vielmehr die im Kommenden dargestellte geringere Gallensäurenfiltration in den Mittelkreislauf und damit auch die geringe Toxinbelastung für die Adsorber. Im Rahmen der CVVHD wurde bereits nachgewiesen, dass eine Hamädiolyse nicht in der Lage ist, Gallensäuren zu filtrieren.

Zur weiteren Auswertung verweise ich auf die Punkte 3.3.2 und 3.4.2.

3.5.3 Filtrationskonzentrationen über die Membran

Bei der diskontinuierlichen MARS-Therapie werden hier ebenso nur die ersten acht Behandlungsstunden berücksichtigt.

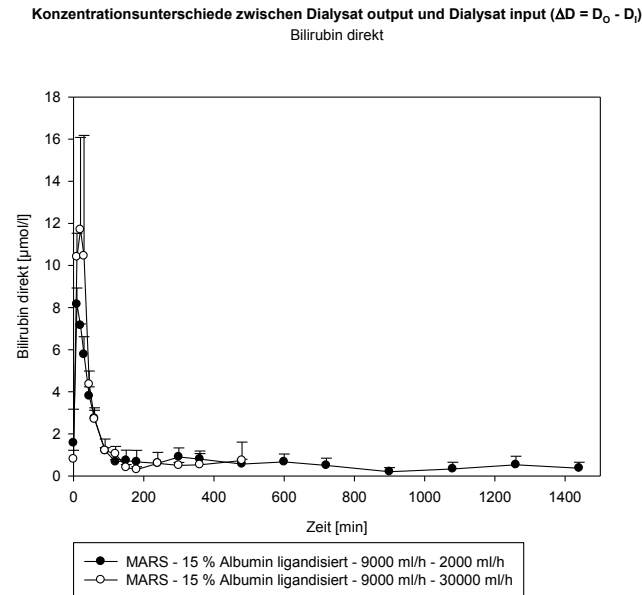


Abbildung 90: Die Bilirubinfiltration (direktes Bilirubin) aus dem Patientenkreislauf steigt rasch an, fällt nach 90 Minuten aber wieder auf niedrige Konzentrationen von unter 2 µmol/l ab. Unter der 15-fachen Flussrate können innerhalb der ersten 30 Minuten bis zu doppelte Filtrationsmengen erreicht werden, danach verlaufen die Konzentrationskurven beider Versuche aber mit ähnlichen Werten. (Anhang Tabelle A24, A28)

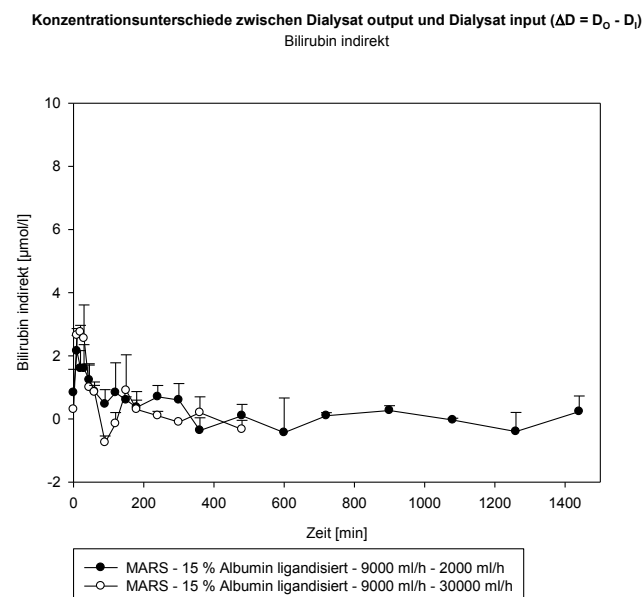


Abbildung 91: Zu Beginn kann unter der gesteigerten Flussrate mit 3 µmol/l (20 Minuten) die höhere Filtrationskonzentration an indirektem Bilirubin erreicht werden. Im weiteren Verlauf lassen sich bei beiden Versuchen nur noch sehr niedrige und undulierende Konzentrationen messen, wobei zwischenzeitlich jeweils Rückdiffusionen des indirekten Bilirubins mit weniger als 1 µmol/l in den Patienten auftreten. (Anhang Tabelle A24, A28)

Konzentrationsunterschiede zwischen Dialysat output und Dialysat input ($\Delta D = D_o - D_i$)
Gallensäuren

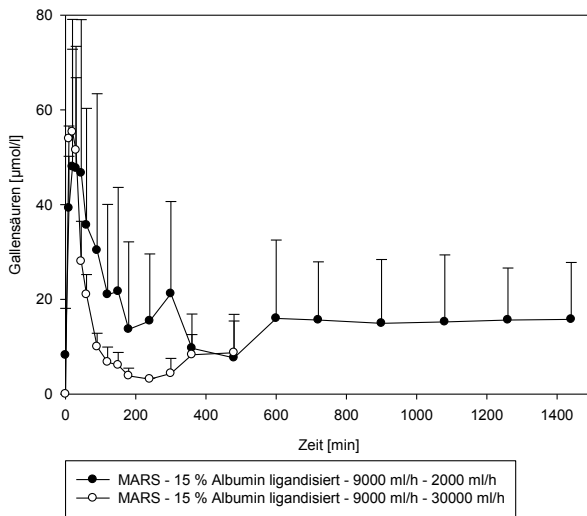


Abbildung 92: Die Gallensäuren können nur in den Anfangsminuten von den 30 Liter pro Stunde profitieren. Danach werden jedoch unter den Standardeinstellungen des MARS die bis zu vierfachen Mengen filtriert. Lediglich ab der fünften Stunde erreichen beide Methoden ähnliche Messwerte. (Anhang Tabelle A24, A28)

Zunächst würde man bei einer Steigerung der Flussrate im Dialysatkreislauf keine deutlichen Änderungen der filtrierten Stoffmengen der hier untersuchten lipophilen und albumpflichtigen Toxine erwarten. Schließlich dient dieser dritte Kreislauf des MARS im Sinne einer Hämodialyse primär der Entfernung der hydrophilen Stoffe aus dem Mittelkreislauf. Zu Behandlungsbeginn werden im Versuch mit der gesteigerten Flussrate durchgehend die höheren Konzentrationen gemessen. Die Differenz fällt dabei jedoch gering aus. Über den weiteren Verlauf scheint jedoch die Änderung dieses Flusses im dritten Kreislauf keinen deutlichen Unterschied auf die filtrierten Stoffmengen beider Arten des Bilirubins zu haben. Durchschnittlich werden dabei sehr ähnliche Werte ermittelt. Bezüglich der Gallensäuren fällt die Filtrationsmenge unter 30 Litern pro Stunde jedoch nachweisbar stärker ab, als dies unter den Standardeinstellungen des MARS der Fall ist, steigt zum jeweiligen Therapieende nach sechs bis acht Stunden aber wieder diskret an und es werden unterdessen bei beiden Behandlungen übereinstimmende Werte ermittelt. Allerdings stehen die Ergebnisse der geringeren Filtration dabei im Widerspruch zur ebenfalls niedrigeren Patientenkonzentration.

Entsprechend der Konzentrationsverläufe im Patientenkreislauf werden für das direkte Bilirubin und die Gallensäuren zu Beginn die höchsten Filtrationskonzentrationen gemessen, die im Laufe der Therapie sinken. Dabei werden für ersteren Stoff rasch sehr niedrige Werte gemessen. Die Mengen des indirekten Bilirubins, die die Membran hin zum Mittelkreislauf passieren, verlaufen entgegen der Stoffmengen im Patientenkreislauf in von Beginn an sehr niedrigen und danach in kaum als Filtration zu betrachtenden Dimensionen.

Detailliertere Auswertungen zu den ermittelten Ergebnissen der MARS-Therapie finden sich unter 3.3.3 und 3.4.3.

4. Diskussion

4.1 Ergebnisbetrachtung

Unter Berücksichtigung der Zielsetzung dieser Arbeit galt es herauszufinden, inwiefern durch das neuartige Behandlungskonzept des Hepalbin-Rezirkulationsmodells ein therapeutischer Mehrnutzen in der Behandlung leberinsuffizienter Patienten im Gegensatz zur aktuell am häufigsten eingesetzten und am besten untersuchten Therapiemethode in Form des MARS zu erwarten ist. [12,27]

Unter allen angewandten Behandlungsmethoden fällt auf, dass spätestens nach einer Therapiedauer von sechs bis acht Stunden keine weitere Senkung der Stoffkonzentrationen im Patienten mehr erreicht werden kann. Auch wenn zu dem Hepalbin-Rezirkulationsmodell keine Versuche über diese Dauer hinaus vorliegen, so wird durchgehend ersichtlich, dass bei Stoffen, die eine Konzentrationssenkung erfahren haben, diese bis zu diesem Behandlungszeitpunkt nach sechs bis acht Stunden sistiert und eine weitere Senkung aufgrund des allgemeinen Konzentrationsverlaufs kaum zu erwarten ist. Im Sinne der durchgeführten kontinuierlichen MARS-Behandlung sind die ermittelten Werte im darauffolgenden Zeitraum zwar besser als beispielsweise unter einer vergleichenden Therapieunterbrechung. Dennoch stellen sie eine Verschlechterung der bereits unter dieser Therapie bis dahin erreichten niedrigeren Werte der Toxinkonzentrationen dar. Diese Erkenntnis ist jedoch nicht neu. [27,29,45] Insbesondere Patienten mit einem acute on chronic liver failure (AoCLF) sollten eher eine intermittierende Behandlung über eben jene sechs bis acht Stunden pro Tag erhalten. Demgegenüber stellt das akute Leberversagen (ALF) eine Indikation zu einem raschen Therapiebeginn mit eher kontinuierlicher Behandlung und nur wenigen Pausen dar. [27] So gilt es im individuellen Fall abzuwägen, ob die Vorteile der fortgesetzten aber eingeschränkten Detoxifikation die allgemeinen Nachteile eines kontinuierlichen extrakorporalen Unterstützungsverfahrens überwiegen. Als Nachteile sind dabei insbesondere Störungen des Volumen- und Elektrolythaushaltes mit Auswirkungen auf das kardiovaskuläre System, die Gefahr der Katheterinfektion, die notwendige systemische Antikoagulation und das Dysäquilibriumssyndrom aufzuführen. [4,37,46] Unter letzterem versteht man die Ausbildung intrazellulärer Ödeme, sofern osmotisch wirksame Teilchen in zu kurzer Zeit und zu großer Menge aus dem Extrazellulärraum entfernt werden. [4,37] Der Zeitpunkt der mutmaßlich eintretenden Sättigung und damit das Erreichen der geringsten relativen Stoffkonzentration ist für das jeweilige Toxin und die angewandte Behandlungsmodalität unterschiedlich.

Bezogen auf die Detoxifikation der untersuchten lipophilen Toxine und die darüber hinaus ermittelten Werte erwies sich bei der Anwendung des Hepalbin-Rezirkulationsmodells die Nutzung von deligandisiertem Albumin in 7-prozentiger Konzentration bei einem Dialysat-

fluss von 2 Litern pro Stunde als optimal. Die Deligandisierung führt über die deutliche Steigerung der Affinität des dialysatseitigen Albumins für Stoffe, die die Bindungsstelle II besetzen zu einer gesteigerten Entfernung derer aus dem Patientenkreislauf. [3] Daher dient diese Konstellation als Grundlage für dieses Modell bei Vergleichen zum MARS. Reduziert man die Betrachtung auf eine Therapiedauer von sechs Stunden und die Detoxifikationsleistung der endogenen Toxine, Gallensäuren und Bilirubin, so ergeben sich keine eindeutigen Vorteile eines der beiden Verfahren. Die Gallensäurenentfernung profitiert in höherem Ausmaß von dem Hepalbin-Rezirkulationsmodell, für das Bilirubin trifft dies auf MARS zu. Dabei sind beide Methoden in der Lage, die Ausgangskonzentration des direkten Bilirubins und der Gallensäuren zu senken. Bei dem indirekten Bilirubin sind beide Behandlungskonzepte gleichermaßen kaum in der Lage, eine derartige Konzentrationssenkung im Patientenmodell zu bewirken. Ursächlich dafür könnte sein, dass das indirekte Bilirubin wesentlich stärker an Albumin gebunden vorliegt als die direkte Form und damit auch schwerer aus dieser Bindung zu entfernen ist. [21,29,48]

Deutlichere Unterschiede ergeben sich für das nicht endogene Toxin Octanoat, welches als Stabilisator gebunden an pharmazeutischen Albuminprodukten vorliegt. [3,19] Dieses ligandisierte Albumin wird aktuell während der Albumindialyse verwendet, so zum Beispiel im Mittelkreislauf des MARS. Dabei wurde festgestellt, dass Octanoat über die Membran in den Patienten übertritt, wo es vor allem bei Erkrankten mit Leberinsuffizienz oder Leberversagen potentiell toxisch ist. [3,19,43] Hierbei erwies sich das Hepalbin-Rezirkulationsmodell als insgesamt deutlich besser wirksame Entgiftungsmethode gegenüber dem MARS.

Den Ergebnissen zur Albuminbindungskapazität ist eine mindestens ebenwürdige Beachtung zu erweisen. Diese Werte dienen als quantitative Beurteilung der Transportkapazitäten und Funktionen der eingesetzten Trägermoleküle. Zudem wurde in früheren Studien eine starke Korrelation mit dem Model for End-stage Liver Disease- (MELD) und ein Überlebensvorteil durch eine Verbesserung der Albuminbindungskapazität nachgewiesen. [21,27,45] Es zeigte sich, dass die Verwendung deligandisierten Albumins im zweiten Kreislauf in einer teilweise hochsignifikant verbesserten Bindungskapazität des Albumins im Patientenkreislauf resultiert. Dies deckt sich ebenso mit bisherigen Ergebnissen. [21,45] Selbst unter der für die ermittelten Bindungskapazität schlechtesten Konfiguration des Hepalbin-Rezirkulationsmodell mit 15-prozentigem ligandisiertem Albumin im Dialysat werden hochsignifikant verbesserte Werte im Gegensatz zu den unter standardisierter MARS-Therapie erzielt, wodurch bei zusätzlicher Verbesserung durch deligandisiertes Albumin zunächst mit einem für den Patienten deutlichen Therapiegewinn zu rechnen ist. Allerdings gilt zu beachten, dass dieser Marker lediglich die Vorgänge an der Bindungsstelle II des Albuminmoleküls anzuzeigen vermag. Mögliche differente Auswirkungen auf die Stoffe, die spezifisch die Bindungsstelle I besetzen, werden damit nicht berücksichtigt. Zu diesen Stoffen gehört unter anderem das

Bilirubin. [21] Die Verläufe der relativen Plasmakonzentrationen des direkten Bilirubins mit seiner lockereren Bindung an die Bindungsstelle I des Albumins im Gegensatz zum indirekten Bilirubin verhalten sich bei den Gegenüberstellungen zu den unterschiedlichen Albuminkonstellationen des Hepalbin-Rezirkulationsmodells zum Teil entgegen der Ergebnisse zur Albuminbindungskapazität. Dabei weisen die Konzentrationsverläufe des direkten Bilirubins als Ausnahme in manchen Vergleichen signifikante Unterschiede zugunsten der Versuche auf, die bezüglich der Albuminbindungskapazität die signifikant schlechteren Werte erzielten. Damit ist diese Kapazität nicht zwangsläufig das universale Target zur Einschätzung der Detoxifikationsleistung.

Eine zusätzliche künstliche Einflussnahme in die Entwicklung der Albuminbindungskapazitäten stellt die konstante Zuführung von Albumin aus dem zweiten Kompartiment dar. Dementsprechend wird ein allgemeiner Anstieg der Bindungskapazitäten im Patientenkreislauf unterstützt. Dennoch ändern sich dadurch nicht die herausgearbeiteten Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsaufbauten. Die vergleichsweise hochdosierte Albuminzufuhr in das Patientenmodell wurde bereits im Ergebnisteil erläutert, wodurch die ebenfalls zugeführten Toxine nicht nur ausschließlich über die Membran in den zweiten Kreislauf überführt wurden, sondern sich ebenso durch eine verstärkte Albuminbindung im Patientenkreislauf in geringerer Menge aus diesem entfernen ließen. Somit wäre die alleinige Albumingabe schon als ein möglicher Therapieansatz des Leberversagens zu werten, wodurch die Konzentration freier lipophiler Toxine gesenkt wird. [21]

4.2 Kritische Beurteilung der Methodik

Die in-vitro Experimente mit modellhaften Versuchsaufbauten sind zumeist daher eingeschränkt beurteilbar, weil in der Klinik bei erkrankten Personen eine Vielzahl weiterer bisher unberücksichtigter Faktoren eine Rolle spielen und diese zu relevanten Interaktionen führen können. In dieser Arbeit wurden standardisierte Stoffkonzentrationen verwendet, um Unterschiede zwischen verschiedenen Behandlungsmethoden besser herausarbeiten zu können. Ein wichtiger Aspekt dabei ist die Verwendung pharmazeutisch hergestellten ligandisierten Albumins im Patientenkreislauf mit einer kalkulierbaren Menge an gebundenen Liganden. Zudem befinden sich in diesem Kreislauf insgesamt nur sehr wenige verschiedene Toxine, die die funktionellen Albumineigenschaften beeinflussen. Demgegenüber sind im Blut eines Lebererkrankten weitaus mehr Stoffe, die einer Entgiftung zugeführt werden müssen. Beispielsweise möchte ich daher die Ergebnisse der in dieser Arbeit ermittelten in-vitro MARS-Therapie im Gegensatz zu einer randomisierten klinischen Fall-Kontroll-Studie (in-vivo) unter einer sechsständigen Behandlung darstellen.

	Studie	vor Therapie		nach Therapie	
Bilirubin, gesamt	in-vitro	206 µmol/l	diese Ausgangswerte entsprechen 100 %	138 µmol/l	67 %
	in-vivo	441,2 µmol/l		342 µmol/l	33,2 %
Gallensäuren	in-vitro	629 µmol/l		208,7 µmol/l	33,2 %
	in-vivo	146,7 µmol/l		80 µmol/l	54,5 %
Albuminbindungs-kapazität	in-vitro	45,3 %		46 %	101,5 %
	in-vivo	69,7 %		78,5 %	112,6 %

Tabelle 9: Vergleich der in dieser Arbeit erstellten in-vitro und einer externen in-vivo MARS-Therapie. [21]

Die Werte des in-vitro Versuches zum Zeitpunkt nach zehn Minuten stellen dabei den Wert „vor Therapie“ dar, respektive „nach Therapie“ nach sechs Stunden. Die Werte unter „vor Therapie“ entsprechen 100 Prozent. Dazu werden unter „nach Therapie“ ebenso die relativen Änderungen durch die Therapie angegeben.

Die unterschiedlichen Ausgangskonzentrationen in beiden Studien sind als eine Ursache der durch die Behandlungen differenten prozentualen Änderungen der Stoffkonzentrationen zu werten. Aufgrund der möglichen, sehr unterschiedlichen Werte der Patienten zu Beginn einer leberunterstützenden Therapie und damit sehr differenter Konzentrationsgradienten lassen sich die Ergebnisse der in-vitro Experimente nicht direkt auf die klinische Anwendung übertragen. Zudem führt die Entfernung nur weniger im Modell vorhandener albuminpflichtiger Toxine unter MARS wohl nicht zu einer derart deutlichen Verbesserung der Albuminbindungskapazität, wie sie scheinbar im klinischen Einsatz möglich ist. Dabei werden unter in-vivo Bedingungen zusätzlich andere, diese Kapazität beeinträchtigende endogene und exogene Toxine entfernt, was ebenso zu einem Anstieg der Kapazität führt.

Hervorzuheben ist außerdem die insgesamt deutlich niedrigere Albuminbindungskapazität im in-vitro Experiment bei Anwendung des ligandisierten Albumins im Patientenkreislauf. In der Literatur wird sogar eine Senkung der Kapazität auf 30 bis 40 Prozent aufgrund der Bindung der bekannten Stabilisatoren genannt. [2] In dieser in-vitro Arbeit wurde gezeigt, dass bei jener Octanoatbelastung durch ligandisiertes Albumin im Patientenmodell die MARS-Therapie jedoch bezüglich der Konzentrationsverläufe des Octanoats im Patientenkreislauf vergleichsweise schlechte Ergebnisse erzielt. So zeigte sich unter der Behandlung mittels des Hepalbin-Rezirkulationsmodells die signifikant bessere Detoxifikationsleistung bezüglich dieses Liganden. Somit führt die Nutzung ligandisierten Albumins im Patientenkreislauf möglicherweise zu einer Verfälschung der klinisch erreichbaren Ergebnisse unter MARS, zumindest dann, wenn der Patient keine Lösung mit ligandisiertem Albumin zu Therapie Zwecken infundiert bekommt.

Neben der Problematik von in-vitro Experimenten allgemein ergeben sich in dieser Arbeit weitere zu bedenkende Einschränkungen. So wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen aus drei parallel ablaufenden Versuchen errechnet. Aufgrund dieser geringen An-

zahl kann es durch einzelne Abweichungen schnell zu Auswirkungen in Mittelwertverschiebungen und großen Standardabweichungen kommen. In einigen wenigen Fällen mussten offensichtlich stark abweichende Messwerte entfernt werden, wodurch der Betrachtung nunmehr zwei Werte zur Verfügung standen. Als wichtiges Beispiel dafür ist der zweite Versuchsaufbau des intermittierenden MARS-Experimentes zu nennen. Aufgrund eines Anwendungsfehlers fand während der ersten vier Stunden keine Rezirkulation statt, wodurch die acht Behandlungsstunden nicht in die Beurteilung einfließen. Zum simulierten Therapieende haben sich die Werte dieses zweiten Versuches den anderen beiden angeglichen und der Versuch konnte während der 16 Stunden Therapiepause berücksichtigt werden.

Bei den Versuchen zur Hepalbin-Rezirkulationsbehandlung und zum MARS wurde auf unterschiedliche Membranen zwischen dem Patienten- und dem zweiten Kreislauf zurückgegriffen, wobei auch die Austauschfläche ungleich war. So standen ersterem 1,7 m² und MARS 2,1 m² zur Verfügung. Das ergibt eine auf 81 Prozent verringerte Fläche für die neue Behandlungsmethode. Dennoch konnten unter dem Hepalbin-Rezirkulationsmodell die deutlich besseren Ergebnisse erzielt werden.

Um das Hepalbin-Rezirkulationsmodell direkt mit dem MARS vergleichen zu können, wurden zunächst gleiche Albuminmengen von 15 Prozent im zweiten Kreislauf verwendet. Im klinischen Alltag wird für die MARS-Therapie allerdings eine 20-prozentige Albuminlösung für den Mittelkreislauf genutzt. [33,39] Inwieweit sich dadurch Vorteile für diese Behandlung ergeben und damit die signifikant schlechteren Ergebnisse relativiert werden können, müssen weitere Untersuchungen ergeben.

4.3 Weiterführende Untersuchungen

Eine Studie aus dem Jahr 2004 fand heraus, dass die Weiterentwicklung der Single-Pass-Albumin-Dialyse (SPAD) hin zum MARS bezüglich der Detoxifikation von Ammoniak eine Verschlechterung erbrachte. Als Ursache dessen führte man an, dass bei SPAD die Dialyse wasserlöslicher Stoffe direkt aus dem Patientenkreislauf, bei MARS hingegen erst aus dem Mittelkreislauf in den neu hinzugekommenen dritten Kreislauf erfolgte. [33] Da bei dem Hepalbin-Rezirkulationsmodell mit dem Verzicht auf diesen dritten Kreislauf nun wiederum ein neues Konzept erarbeitet wurde, müssen weitere Studien zeigen, welche Auswirkungen dieses Modell auf die Entfernung der hydrophilen Stoffe im Vergleich zu bisher klinisch etablierten Verfahren hat. Bei der Berücksichtigung eben dieser hydrophilen Stoffe kann auch besonders ein eventueller Nutzen aus der Kombination mit einer CVVHD belegt werden, die bei der ausschließlichen Betrachtung der lipophilen Stoffe in dieser Arbeit einer Therapiepause entsprach.

In weiteren Folgeexperimenten können die in dieser Arbeit gefundenen Erkenntnisse bestätigt oder bei abweichenden Ergebnissen ebenso widerlegt werden. Dabei könnte ein großes Interesse insbesondere in der Anwendung von deligandisiertem Albumin im Patientenkreislauf liegen. Damit würde einer der großen Nachteile der MARS-Behandlung umgangen werden und man nähert sich einer vergleichbaren klinischen Situation an. Eine weitere eventuell lohnenswerte Modifikation der Versuchsmethoden ist die Verringerung der durch das zweite Kompartiment infundierten Albuminmenge, um eine Adsorption der lipophilen Stoffe im Patientenkreislauf durch den Trägerstoff zu vermindern und dadurch die Detoxifikationsmöglichkeiten durch die extrakorporale Unterstützung zu erhöhen.

Ebenso sollte die Untersuchung auf eine mögliche Therapieausweitung auf 24 Stunden unter der Hepalbin-Rezirkulation, möglicherweise mit paralleler CVVHD, das Interesse wecken.

Mit der Möglichkeit der Deligandisierung wurde für pharmazeutische Albuminpräparate eine Methode entwickelt, die Affinität der Bindungsstelle II für endogene und exogene Toxine zu verbessern. Allerdings scheint es bei der Optimierung der anderen Bindungsstellen sowie hinsichtlich der Herauslösung stark an das patientenseitige Albumin gebundener Stoffe, wie das indirekte Bilirubin, Forschungsbedarf zu geben.

Zuletzt bedarf es natürlich der Untersuchung und im Idealfall der Bestätigung der in dieser Arbeit ermittelten Ergebnisse durch klinische Studien. Ein Überlebensvorteil durch die Therapie mit dem MARS konnte bisher nicht nachgewiesen werden. Hierauf sollte ebenso der Fokus auf die mögliche Etablierung des Hepalbin-Rezirkulationssystems gelegt werden.

Allerdings werden ebenso für die MARS-Behandlung weitere größere Studien benötigt. Um signifikante Unterschiede in der Senkung der Mortalität zu erhalten, würden mindesten 1000 Patienten je Studienarm benötigt. [6]

5. Zusammenfassung

Die Leber dient zur Regulation und Aufrechterhaltung vieler Körperfunktionen. Sie ist damit ein zentrales Organ vor allem des Stoffwechsel, der Produktion lebenswichtiger Stoffe und nicht zuletzt der Elimination potentiell toxischer Substanzen. Ein Ausfall, vor allem der letztgenannten Funktion im Leberversagen, resultiert in eine Akkumulation von Giften und einem daraus entstehenden Circulus vitiosus, wodurch ein folgendes Multiorganversagen und das Leberversagen selbst weiter verschlechtert werden. Nach vielen Jahren der Optimierung hat sich letztendlich die Albumindialyse mit der Intention zur Entfernung dieser Toxine, und damit den Circulus vitiosus zu durchbrechen, durchgesetzt. Allerdings gibt es bei dieser Behandlungsform weiterhin deutlichen Verbesserungsbedarf, vor allem was die Überlebensrate unter der aktuell am häufigsten eingesetzten Albumindialyse, dem Molecular Adsorbent Recirculation System (MARS), betrifft. Des Weiteren sollte ebenso das eingesetzte Albumin kritisch betrachtet werden. So führt die Besetzung des Albumins mit Octanoat, wie dies bei pharmazeutisch hergestellten Lösungen der Fall ist, zu weiteren Problemen.

In verschiedenen in-vitro Experimenten wurden die Auswirkungen von ligandisiertem oder deligandisiertem Albumin in Verbindung mit neuen Adsorbern in verschiedenen Konstellationen untersucht. Dabei war es unter anderem das Ziel, die notwendige Dosis zu optimieren und diesen neuen Therapieansatz, das Hepalbin-Rezirkulationsmodell, mit dem bereits etablierten MARS zu vergleichen.

Die Grundlage der Versuche stellt das Zweikompartimentmodell dar. Dabei wird die im Patienten unter Therapie weiterlaufende endogene Toxinbildung simuliert. Zunächst werden in den Versuchen zum Hepalbin-Rezirkulationsmodell ligandisiertes und deligandisiertes Albumin in jeweils 7- und 15-prozentiger Konzentration im Dialysatkreislauf bei sechsständiger Behandlung gegenübergestellt. Zusammenfassend haben die in diesen in-vitro Experimenten zum Hepalbin-Rezirkulationsmodell ermittelten Versuchsergebnisse gezeigt, dass die Deligandisierung des im Dialysatkreislauf verwendeten Albumins insgesamt Vorteile für die Werte im simulierten Patienten ergibt. Im zweiten Schritt nach der Frage der notwendigen Albuminkonzentration ist die höhere der beiden angewandten Trägermengen dabei nicht zwingend notwendig. Mit diesem deligandisiertem Albumin in 7-prozentiger Konzentration erfolgte ein weiterer Versuch der Effektivitätssteigerung durch Anhebung des Dialysatflusses. Dies erwies sich sogar als nicht sinnvoll, vor allem aufgrund einer damit einhergehenden vergleichweisen Verschlechterung der Albuminbindungskapazität im Patientenkreislauf zum Behandlungsende. Somit stellt eine 7-prozentige Konzentration deligandisierten Albumins mit einer Flussrate von 2 Litern pro Stunde im Dialysat die unter den verglichenen Konfigurationen optimale Nutzung des Hepalbin-Rezirkulationsmodells dar.

Um dieses neue Therapiekonzept direkt mit dem etablierten MARS zu vergleichen, wurde, in Anlehnung an die klinische Nutzung, eine Dialysatlösung mit ligandisiertem Albumin in 15-prozentiger Konzentration verwendet. Obwohl das Hepalbin-Rezirkulationsmodell mit dieser Konfiguration die schlechtesten Ergebnisse erzielt hat, zeigten sich, mit Ausnahme des Bilirubins, bereits deutliche Vorteile gegenüber dem MARS.

Des Weiteren folgten zwei Gegenüberstellungen der drei untersuchten, über jeweils 24 Stunden andauernden Therapiekonzepte. Dies war zum einen die Kombination aus acht Stunden Hepalbin-Rezirkulations (7 Prozent deligandisiertes Albumin, 8 Liter pro Stunde Dialysatfluss) und weiteren 16 Stunden kontinuierlichen veno-venösen Hämodialyse (continuous veno-venous hemodialysis [CVVHD]), zum anderen eine kontinuierlicher MARS-Therapie über 24 Stunden (15 Prozent ligandisiertes Albumin, 9 Liter pro Stunde im MARS-Kreislauf, 2 Liter pro Stunde im Dialysatkreislauf) und schließlich der Versuch einer lediglich achtstündigen MARS-Behandlung (15 Prozent ligandisiertes Albumin, 9 Liter pro Stunde im MARS-Kreislauf, 30 Liter pro Stunde Dialysatkreislauf) mit anschließender 16-stündiger Pause.

Eine 24-stündige MARS-Therapie erzielt dabei zum Behandlungsende die besseren Ergebnisse als eine vergleichende Behandlungskombination aus acht Stunden Hepalbin-Rezirkulation und anschließender 16-stündiger CVVHD. Das Modell der Hepalbin-Rezirkulation in seiner nahezu optimalen Konfiguration, bestehend aus einer Dialysatlösung mit 7 Prozent deligandisiertem Albumin und einer Flussrate von 8 Liter pro Stunde, erzielt außer bei dem Bilirubin die besseren Ergebnisse als eine zeitgleiche MARS-Behandlung, ist jedoch nicht in der Lage, die Nachteile der nachgeschalteten CVVHD auszugleichen.

Die deutliche Steigerung der Flussrate im dritten Kreislauf des MARS-Modells von ursprünglich zwei auf 30 Liter pro Stunde führt über eine Therapiezeit von acht Stunden zu durchschnittlich besseren Ergebnissen im Patientenkreislauf, kompensiert dabei aber keinesfalls ausreichend die entstehende Toxinkumulation und den Abfall der Albuminbindungskapazität während der anschließenden Therapiepause über 16 Stunden, sodass die kontinuierlichen und durchgehende Behandlung mit geringerer Flussrate die im Vergleich für den simulierten Patienten insgesamt bessere Therapieform darstellt.

Ein laut den Experimenten ineffektiveres Adsorbersystem, wie es in dem MARS Anwendung findet, wirkt sich somit auf die Werteverläufe im Patientenkreislauf positiver aus als der generelle Verzicht auf Adsorber oder Systeme zur Entfernung lipophiler Stoffe. Dies wird auch dadurch nicht geändert, wenn für kürzere Zeiten teils deutlich verbesserte Therapiemethoden genutzt werden, in den Zwischenzeiten jedoch keine adäquate Toxinelimination stattfindet. Somit ist eine kontinuierliche Therapie mit dem MARS effektiver als eine intermittierende Behandlung mithilfe eines wesentlich verbesserten Verfahrens.

Die Adsorber des MARS sind nach circa sechs gesättigt, sodass ab diesem Zeitraum bei konstanter Zuführung weiterer Substanzen durch das Zweikompartimentmodell mit einem Wiederanstieg der Stoffkonzentrationen zu rechnen ist. Ebenso erfolgt durch die neueren Adsorbersysteme des Hepalbin-Rezirkulationsmodells bei einer Therapiedauer von sechs Stunden zum Behandlungsende keine weitere deutliche Senkung der Stoffkonzentrationen. Die Hepalbin-Adsorber bewirken eine bessere Reinigung des Dialysatkreislaufes als die Adsorber und Anionenaustauscher des MARS.

Sowohl das MARS als auch die Hepalbin-Rezirkulation sind in der Lage, die Ausgangskonzentrationen des direkten Bilirubins und der Gallensäuren zu senken, bezüglich des indirekten Bilirubins sind beide dazu kaum in der Lage. Für das Octanoat und die Albuminbindungskapazität lässt sich eine derart pauschale Aussage nicht treffen.

Da die Albuminbindungskapazität lediglich die Bindungsstelle II am Albumin einzuschätzen vermag, kann dieses nicht als uneingeschränkter Marker zur Beurteilung der Detoxifikationsleistung verschiedener extrakorporaler Leberunterstützungssysteme herangezogen werden. In dieser Arbeit wurde lediglich die Entfernung lipophiler Toxine untersucht. Es müssen weitere Untersuchungen folgen, damit die Hepalbin-Rezirkulation im klinischen Alltag Einzug halten kann. Nicht zuletzt bedarf es dazu natürlich der Bestätigung der Ergebnisse durch in-vivo Untersuchungen und größerer klinischer Studien.

6. Thesen

1. Das Leberversagen resultiert in eine Akkumulation von Giften und einem daraus entstehenden Circulus vitiosus, wodurch ein folgendes Multiorganversagen und das Leberversagen selbst weiter verschlechtert werden.
2. Die Albumindialyse hat die Intention zur Entfernung dieser Toxine, um den Circulus vitiosus zu durchbrechen.
3. Die Besetzung des Albumins mit Octanoat führt zu weiteren Problemen.
4. Es wird die Kombination von ligandisiertem und deligandisiertem Albumin mit neuen Adsorbern in verschiedenen Konstellationen mit dem Ziel untersucht, die notwendige Dosis zu optimieren.
5. Die Grundlage der Versuche stellt das Zweikompartimentmodell dar.
6. Zunächst werden in den Versuchen zum Hepalbin-Rezirkulationsmodell ligandisiertes und deligandisiertes Albumin in jeweils 7- und 15-prozentiger Konzentration im Dialysatkreislauf bei sechsstündiger Behandlungssimulation gegenübergestellt.
7. Mit deligandisiertem Albumin in 7-prozentiger Konzentration erfolgt ein weiterer Versuch der Effektivitätssteigerung durch Anhebung des Dialysatflusses.
8. Mit den drei Therapieansätzen aus acht Stunden Hepalbin-Rezirkulationsmodell (7 Prozent deligandisiertes Albumin, 8 Liter pro Stunde Dialysatfluss) und weiteren 16 Stunden kontinuierlichen veno-venösen Hämodialyse (CVVHD), 24 Stunden kontinuierlicher MARS-Therapie (15 Prozent ligandisiertes Albumin, 9 Liter pro Stunde im MARS-Kreislauf, 2 Liter pro Stunde im Dialysatkreislauf) und nur achtstündiger MARS-Behandlung (15 Prozent ligandisiertes Albumin, 9 Liter pro Stunde im MARS-Kreislauf, 30 Liter pro Stunde Dialysatkreislauf) mit anschließender 16-stündiger Pause erhält man einen Vergleich aus verschiedenen Tagesbehandlungen.
9. Eine Deligandisierung des Albumins bei 15-prozentiger Konzentration im Dialysat führt bei der Entfernung des Bilirubins und der Gallensäuren aus dem Patientenkreislauf zu keinen deutlichen Veränderungen, wohingegen dies bezüglich des Octanoats und der Albuminbindungskapazität deutliche Vorteile bewirkt.

10. Dies trifft ebenso bei der Verwendung einer 7-prozentigen Albuminlösung zu, wobei die Vorteile erst zum Behandlungsende sichtbar werden, da die insgesamt anfallende Octanoatmenge entsprechend geringer ist.
11. Nutzt man ausschließlich ligandisiertes Albumin, so profitiert die Bilirubin- und Gallensäurenentfernung von der höheren, die Octanoatentfernung und ebenso die Entwicklung der Albuminbindungskapazität zum Teil deutlich von der geringeren Albuminkonzentration und damit auch der geringeren Octanoatbelastung.
12. Bei dem deligandisierten Albumin bringt eine Steigerung der Konzentration dieses Trägerstoffes im Dialysatkreislauf auf 15 Prozent keine Vorteile gegenüber einer Lösung mit 7 Prozent.
13. Die Beschleunigung der Flussrate im Dialysatkreislauf von 2 auf 8 Liter pro Stunde wirkt sich nachteilig aus, vor allem auf den Verlauf der Albuminbindungskapazität im Patientenkreislauf.
14. Mithilfe des Hepalbin-Rezirkulationsmodelles in seiner schlechtmöglichsten Konfiguration (15 Prozent deligandisiertes Albumin) werden dennoch bezüglich der Verläufe der Gallensäuren- und Octanoatkonzentrationen sowie der Albuminbindungskapazität die teils deutlich besseren Ergebnisse erzielt, als dies durch das MARS der Fall ist. Für das Bilirubin existieren keine nennenswerten Unterschiede.
15. Eine 24-stündige MARS-Therapie erzielt zum Behandlungsende die besseren Ergebnisse als eine vergleichende Behandlungskombination aus acht Stunden Hepalbin-Rezirkulation und anschließender 16-stündiger kontinuierlichen veno-venösen Hämodialyse (continuous veno-venous hemodialysis [CVVHD]). Das Modell der Hepalbin-Rezirkulation in seiner nahezu optimalen Konfiguration, bestehend aus einer Dialysatlösung mit 7 Prozent deligandisiertem Albumin und einer Flussrate von 8 Liter pro Stunde, erzielt außer bei dem Bilirubin die besseren Ergebnisse als eine zeitgleiche MARS-Behandlung, ist jedoch nicht in der Lage, die Nachteile der nachgeschalteten CVVHD auszugleichen.
16. Die Steigerung der Flussrate im dritten Kreislauf des MARS-Modells führt über eine Therapiezeit von acht Stunden zu durchschnittlich besseren Ergebnissen im Patientenkreislauf, kompensiert dabei keinesfalls ausreichend die entstehende Toxinkumulation und den Abfall der Albuminbindungskapazität während der anschließenden Therapiepause über 16 Stunden. Hierbei erweist sich die kontinuierlichen Behandlung mit geringerer Flussrate als insgesamt besseres Verfahren.

17. Ein laut den Experimenten ineffektiveres Adsorbersystem, wie es in dem MARS Anwendung findet, wirkt sich auf die Werteverläufe im Patientenkreislauf positiver aus als der generelle Verzicht auf Adsorber oder Systeme zur Entfernung lipophiler Stoffe. Somit ist eine kontinuierliche Therapie mit dem MARS effektiver, als eine intermittierende Behandlung mithilfe eines wesentlich verbesserten Verfahrens.
18. Die Albuminbindungskapazität korreliert zwar mit dem Überlebensvorteil des Patienten, ist damit aber nicht zwangsläufig das universale Target zur Einschätzung der Detoxifikationsleistung der jeweils angewandten Behandlung.
19. Durch in-vivo Untersuchungen und größere Studien müssen die hier ermittelten Erkenntnisse bestätigt werden.
20. Als weitere Optimierung sollte eine Behandlung über 24 Stunden in Erwägung gezogen werden, bei der die Hepalbin-Rezirkulation mit einer 7-prozentigen Lösung deligandisierten Albumins im Dialysat, in zeitgleicher Kombination mit einer CVVHD, zum Einsatz kommt.

7. Literaturverzeichnis

- 1 Albutec GmbH: Hepalbin™-Adsorber. Albutec GmbH. Rostock, Deutschland. Online verfügbar unter http://www.albutec.de/wDeutsch/produkte/01_Hepalbin-Adsorber.php, zuletzt geprüft am 03.12.2011.
- 2 Albutec GmbH (2007): Hepalbin-Adsorber. und Albumin funktioniert. Albutec GmbH. Rostock, Deutschland. Online verfügbar unter http://www.albutec.de/wDeutsch/support/infomaterial/SOPF_6-3_Rev_00_Hepalbin_Flyer_de.pdf, zuletzt geprüft am 03.12.2011.
- 3 Albutec GmbH (2008): Hepalbin-Adsorber. und Albumin funktioniert ... noch besser! Albutec GmbH. Rostock, Deutschland. Online verfügbar unter http://www.albutec.de/wDeutsch/support/infomaterial/SOPF_6-7_Rev.00_web.pdf, zuletzt geprüft am 03.12.2011.
- 4 Baenkler, Hanns W.; Fritze, Dieter; Fülel, Hermann S. (2009): Innere Medizin. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme (Duale Reihe).
- 5 Bañares, Rafael; Catalina, María-Vega; Vaquero, Javier (2013): Liver Support Systems: Will They Ever Reach Prime Time? In: *Curr Gastroenterol Rep* 15 (3).
- 6 Bañares, Rafael; Nevens, Frederik; Larsen, Finn Stølze; Jalan, Rajiv; Albillos, Agustín; Dollinger, Matthias et al. (2013): Extracorporeal albumin dialysis with the molecular adsorbent recirculating system in acute-on-chronic liver failure: The RELIEF trial. In: *Hepatology* 57 (3), S. 1153–1162.
- 7 Brunner, Edgar; Domhof, Sebastian; Langer, Frank (2002): Nonparametric analysis of longitudinal data in factorial experiments. New York, NY: J. Wiley (Wiley series in probability and statistics).
- 8 Carta, Giorgio; Jungbauer, Alois (2010): Protein chromatography. Process development and scale-up. 1. Aufl. Weinheim: Wiley-VCH.
- 9 Chiu, A.; Fan, S. T. (2006): MARS in the treatment of liver failure: controversies and evidence. In: *Int J Artif Organs* 29 (7), S. 660–667.
- 10 Chiu, Alexander; Tsoi, Nai Shun; Fan, Sheung Tat (2008): Use of the molecular adsorbents recirculating system as a treatment for acute decompensated Wilson disease. In: *Liver Transpl.* 14 (10), S. 1512–1516.
- 11 Classen, Meinhard (2009): Innere Medizin. 6. Aufl. Hg. v. Michael Böhm. München: Elsevier, Urban & Fischer.
- 12 Donati, Gabriele; La Manna, Gaetano; Cianciolo, Giuseppe; Grandinetti, Valeria; Carretta, Elisa; Cappuccilli, Maria et al. (2013): Extracorporeal Detoxification for Hepatic Failure Using Molecular Adsorbent Recirculating System: Depurative Efficiency and Clinical Results in a Long-Term Follow-Up. In: *Artif Organs*.

- 13 Dörner, Klaus (2009): Klinische Chemie und Hämatologie. 7. Aufl. Stuttgart: Thieme (Taschenlehrbuch).
- 14 Dürig, M.; Henne-Bruns, Doris; Kremer, B. (2008): Chirurgie. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme (Duale Reihe).
- 15 Gambro Lundia AB (2008): MARS® treatment kit. type 1112/1. Gambro Lundia AB. Lund, Sweden. Online verfügbar unter <http://www.gambro.com/PageFiles/1918/MARSKit-1112-1.pdf>, zuletzt geprüft am 17.11.2011.
- 16 Gressner, Axel M.; Baum, Hannsjörg (2007): Lexikon der medizinischen Laboratoriumsdiagnostik. Band 1: Klinische Chemie. 1. Aufl. Heidelberg: Springer.
- 17 Horn, Florian (2009): Biochemie des Menschen. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme.
- 18 Klammt, S.; Brinkmann, B.; Mitzner, S.; Munzert, E.; Looock, J.; Stange, J. et al. (2001): Albumin Binding Capacity (ABiC) is reduced in commercially available Human Serum Albumin preparations with stabilizers. In: *Z Gastroenterol* 39, S. 24–27.
- 19 Klammt, Sebastian; Koball, Sebastian; Hickstein, Heiko; Gloger, Martin; Henschel, Joerg; Mitzner, Steffen et al. (2009): Increase of octanoate concentrations during extracorporeal albumin dialysis treatments. In: *Ther Apher Dial* 13 (5), S. 437–443.
- 20 Klammt, Sebastian; Mitzner, Steffen; Stange, Jan; Brinkmann, Beate; Drewelow, Bernd; Emmrich, Jörg et al. (2007): Albumin-binding function is reduced in patients with decompensated cirrhosis and correlates inversely with severity of liver disease assessed by model for end-stage liver disease. In: *European Journal of Gastroenterology & Hepatology* 19 (3), S. 257–263.
- 21 Klammt, Sebastian; Mitzner, Steffen R.; Stange, Jan; Looock, Jan; Heemann, Uwe; Emmrich, Jörg et al. (2008): Improvement of impaired albumin binding capacity in acute-on-chronic liver failure by albumin dialysis. In: *Liver Transpl.* 14 (9), S. 1333–1339.
- 22 Königshoff, Melanie; Brandenburger, Timo (2007): Kurzlehrbuch Biochemie. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme.
- 23 Lai, Wai Kwan; Haydon, Geoff; Mutimer, David; Murphy, Nick (2005): The effect of molecular adsorbent recirculating system on pathophysiological parameters in patients with acute liver failure. In: *Intensive Care Med* 31 (11), S. 1544–1549.
- 24 Leckie, Pamela; Davenport, Andrew; Jalan, Rajiv (2012): Extracorporeal Liver Support. In: *Blood Purif* 34 (2), S. 158–163.
- 25 Löffler, Georg (2007): Biochemie und Pathobiochemie. 8. Aufl. Heidelberg: Springer.
- 26 Mashige, F.; Tanaka, N.; Maki, A.; Kamei, S.; Yamanaka, M. (1981): Direct spectrophotometry of total bile acids in serum. In: *Clin. Chem.* 27 (8), S. 1352–1356.

- 27 Mitzner, Steffen R. (2007): Albumin dialysis: an update. In: *Current Opinion in Nephrology and Hypertension* 16 (6), S. 589–595.
- 28 Mitzner, Steffen R. (2011): Extracorporeal liver support-albumin dialysis with the Molecular Adsorbent Recirculating System (MARS). In: *Ann Hepatol* 10 Suppl 1, S. S21-8.
- 29 Rademacher, Sibylle; Oppert, Michael; Jörres, Achim (2011): Artificial extracorporeal liver support therapy in patients with severe liver failure. In: *Expert Rev Gastroenterol Hepatol* 5 (5), S. 591–599.
- 30 Rassow, Joachim (2008): Biochemie. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme (Duale Reihe).
- 31 Saliba, Faouzi (2006): The Molecular Adsorbent Recirculating System (MARS) in the intensive care unit: a rescue therapy for patients with hepatic failure. In: *Crit Care* 10 (1), S. 118.
- 32 Santoro, Antonio; Mancini, Elena; Ferramosca, Emiliana; Faenza, Stefano (2007): Liver support systems. In: *Contrib Nephrol* 156, S. 396–404.
- 33 Sauer, Igor M.; Goetz, Max; Steffen, Ingo; Walter, Gesa; Kehr, Daniel C.; Schwartlander, Ruth et al. (2004): In vitro comparison of the molecular adsorbent recirculation system (MARS) and single-pass albumin dialysis (SPAD). In: *Hepatology* 39 (5), S. 1408–1414.
- 34 Schaefer, Betti; Schmitt, Claus Peter (2012): The role of molecular adsorbent recirculating system dialysis for extracorporeal liver support in children. In: *Pediatr Nephrol*.
- 35 Schmidt, Hartmut (2007): Lebertransplantation: Eine faire Chance für jeden. In: *Dtsch Arztebl* 104 (34-35), S. A-2324 / B-2056 / C-1988.
- 36 Schmidt, Robert F. (2007): Physiologie des Menschen. Mit Pathophysiologie. 30. Aufl. Heidelberg: Springer.
- 37 Schulte am Esch, Jochen (2011): Anästhesie. Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme (Duale Reihe).
- 38 Sen, S.; Mookerjee, R. P.; Davies, N. A.; Williams, R.; Jalan, R. (2002): Review article: the Molecular Adsorbents Recirculating System (MARS) in liver failure. In: *Aliment Pharmacol Ther* 16 (s5), S. 32–38.
- 39 Sen, Sambit; Mookerjee, Rajeshwar P.; Cheshire, Lisa M.; Davies, Nathan A.; Williams, Roger; Jalan, Rajiv (2005): Albumin dialysis reduces portal pressure acutely in patients with severe alcoholic hepatitis. In: *Journal of Hepatology* 43 (1), S. 142–148.
- 40 Sood, Ramnik (1999): Medical Laboratory Technology. Methods and Interpretations. 5. Aufl. New Delhi: Jaypee Brothers.
- 41 Sood, Ramnik (2006): Textbook of medical laboratory technology. 1. Aufl. New Delhi: Jaypee Brothers.

- 42 Speckman, Erwin-Josef; Hescheler, Jürgen; Köhling, Rüdiger (2008): Physiologie. 5. Aufl. München: Elsevier, Urban & Fischer.
- 43 Stange, Jan (2011): Extracorporeal liver support. In: *Organogenesis* 7 (1), S. 64–73.
- 44 Stange, Katrin (2008): Stabilizer Molecule-Enriched Albumin Solution. Angemeldet durch Albutec GmbH. Rostock, Deutschland. Anmeldenr: 20080269124. AA61K3838FI.
- 45 Stiffel, Melanie; Dammeier, Nele; Schmidt, Stephanie; Szyszkowitz, Tina; Sikole, Magdalena; Sieveking, Catharina; Stange, Jan (2013): 24-Hour Performance of Albumin Dialysis Assessed by a New Two-Compartment In Vitro Model. In: *Ther Apher Dial.*
- 46 Striebel, Hans Walter (2008): Operative Intensivmedizin. Sicherheit in der klinischen Praxis. 1. Aufl. Stuttgart, New York, NY: Schattauer.
- 47 Szyszkowitz, Tina (2008): Entwicklung eines Zweikompartimentmodells zur Untersuchung und Optimierung universeller Entgiftungseigenschaften von Leberunterstützungsverfahren. Untersuchungen am in-vitro Modell des Molecular Adsorbents Recirculating System (MARS). Dissertation an der Universität Rostock.
- 48 Talwar, G. P.; Srivastava, L. M. (2003): Textbook of biochemistry and human biology. 3. Aufl. New Delhi: Prentice-Hall of India.
- 49 Tan, H. K. (2004): Molecular adsorbent recirculating system (MARS). In: *Ann. Acad. Med. Singap.* 33 (3), S. 329–335.
- 50 Wang, Min-min; Chen, Shi-jun; Ye, Qi-fa; Yang, Yi-jun; Chen, Shi-bin; Zhou, Xin-min et al. (2008): Liver support therapy with molecular adsorbents recirculating system in liver failure: a summary of 252 cases from 14 centers in China. In: *Chin. Med. J.* 121 (21), S. 2197–2201.

8. Anhang

8.1 Messwerttabellen

ID	Information	Messpunkt	Versuch	Zeit [min]	Absolute Messwerte							Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)							AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)					Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)					
					Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [µmol/l]	Bilirubin direkt [µmol/l]	Bilirubin indirekt [µmol/l]	Gallen- säuren [µmol/l]	Octanoat [mmol/l]	ABiC [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen- säuren [%]	Octanoat [%]	ABiC [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen- säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen- säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]	
I	Hepalbin-Rezirkulation - 2000 ml/h	Pi	1	0	48,5	290	117	173	930		46	111,494253	120,833333	138,134593	111,612903	125,675676		95,8333333	0,39744948	0,16035031	0,23709918	1,27457938		108,376289	123,893913	100,106418	112,71942		
					43,5	240	84,7	155	740	1,004	48	100	100	100	100	100	100	100	100	0,36673103	0,12942549	0,23684713	1,13075402	1,53415816	100	100	100	100	100
				20	45,1	227	73,1	154	645	0,736		103,678161	94,5833333	86,3046045	99,3548387	87,1621622	73,3067729		0,33456075	0,10773741	0,22697073	0,95062417	1,08474324	91,2278271	83,2428003	95,8300551	84,0699347	70,7060892	
				30	44,9	217	64	153	570	0,626	49	103,218391	90,4166667	75,5608028	98,7096774	77,027027	62,3505976	102,083333	0,32124699	0,09474566	0,22650134	0,84382851	0,92673096	87,5974388	73,2047967	95,6318701	74,6252934	60,406481	
				45	44,9	205	53,8	151	476	0,425		103,218391	85,4166667	63,5182999	97,4193548	64,3243243	42,3306773		0,30348218	0,07964557	0,22354053	0,70467082	0,62917038	82,7533408	61,5377738	94,3817803	62,3186661	41,0107898	
				60	46,8	196	46,1	150	387	0,347	53	107,586207	81,6666667	54,4273908	96,7741935	52,2972973	34,561753	110,416667	0,27837863	0,06547579	0,21304487	0,54965577	0,4928438	75,9081197	50,589562	89,9503722	48,6096674	32,1247063	
				90	47,6	182	36,8	145	290	0,318	57	109,425287	75,8333333	43,4474616	93,5483871	39,1891892	31,6733068	118,75	0,25415	0,05138857	0,20248214	0,40496429	0,44406429	69,3014706	39,7051383	85,4906479	35,8136498	28,9451438	
				120	47,9	178	30,2	147	239	0,356		110,114943	74,1666667	35,6552538	94,8387097	32,2972973	35,4581673		0,24700752	0,04190802	0,20398935	0,33165616	0,49401503	67,3538622	32,3800322	86,1270119	29,3305309	32,2010497	
				150	50,5	172	25,4	147	197		55	116,091954	71,6666667	29,9881936	94,8387097	26,6216216		114,583333	0,22639287	0,03343244	0,19348693	0,25929881		61,7326733	25,8314143	81,6927499	22,9314959		
				180	50,9	169	22,4	147	178	0,509		117,011494	70,4166667	26,446281	94,8387097	24,0540541	50,6972112	114,583333	0,22069607	0,02925202	0,1919664	0,23244912	0,6647	60,1792731	22,6014386	81,0507637	20,557001	43,3266932	
				240	54,2	169	19,6	149	149		54	124,597701	70,4166667	23,1049599	96,1290323	20,1351351		112,5	0,20725886	0,02403712	0,18273118	0,18273118		56,5152214	18,5721692	77,1515296	16,1601177		
				300	59,7	169	17,6	151	138	0,597		137,241379	70,4166667	20,7792208	97,4193548	18,6486486	59,4621514		0,18816466	0,01959585	0,16812345	0,15364925	0,6647	51,3086265	15,1406383	70,983952	13,5882113	43,3266932	
				360	60	169	16,4	153	137	0,844	53	137,931034	70,4166667	19,3624557	98,7096774	18,5135135	84,063745	110,416667	0,18722383	0,01816847	0,1694985	0,15177317	0,93501133	51,0520833	14,0377804	71,5645161	13,4222973	60,9462151	
I	Hepalbin-Rezirkulation - 15 % Albumin ligandisiert - 2000 ml/h	Pi	2	0	48,5	288	111	177	926		46	112,268519	118,518519	125,565611	114,193548	125,135135		92	0,39470845	0,15212722	0,24258124	1,26909732		105,56701	111,844008	101,714666	111,460574		
					43,2	243	88,4	155	740	1,08	50	100	100	100	100	100	100	100	100	0,37389375	0,13601731	0,2384919	1,13860648	1,66175	100	100	100	100	100
				20	44,6	231	73,6	157	652	0,982		103,240741	95,0617284	83,2579186	101,290323	88,1081081	90,9259259		0,34427287	0,1096904	0,23398632	0,9717139	1,46353229	92,077728	80,6444413	98,1108057	85,3423827	88,0717489	
				30	44,9	219	64,3	155	572	0,627	49	103,935185	90,1234568	72,7375566	100	77,2972973	58,0555556	98	0,3242078	0,09518978	0,22946214	0,84678931	0,92821136	86,7112101	69,9835734	96,2138085	74,3706736	55,857461	
				45	44,9	209	54,6	154	484	0,518		103,935185	86,0082305	61,7647059	99,3548387	65,4054054	47,962963		0,30940379	0,08082989	0,22798174	0,71651403	0,76684766	82,7517941	59,4261758	95,5930742	62,9290315	46,1469933	
				60	45,8	200	46,6	153	387	0,339	57	106,018519	82,3045267	52,7149321	98,7096774	52,2972973	31,3888889	114	0,29026201	0,06763105	0,22205044	0,56165699	0,4919941	77,6322174	49,7223814	93,1060713	49,3284551	29,6069869	
				90	47,9	189	36,6	152	297	0,371	57	110,87963	77,7777778	41,4027149	98,0645161	40,1351351	34,3518519	114	0,26227203	0,05078919	0,21092777	0,41214175	0,51483027	70,1461378	37,3402356	88,4423193	36,1970321	30,9812109	
				120	50,1	180	29,8	150	240	0,411		115,972222	74,0740741	33,7104072	96,7741935	32,4324324	38,0555556		0,23881437	0,03953705	0,19901198	0,31841916	0,54529281	63,8722555	29,0676565	83,4460112	27,9656902	32,8143713	
				150	50,1	174	26	148	204		56	115,972222	71,6049383	29,4117647	95,483871	27,5675676		112	0,23085389	0,03449541	0,19635848	0,27065629		61,7431803	25,3610426	82,3333977	23,7708367		
				180	52,2	174	25,4	149	180	0,528	54	120,833333	71,6049383	28,7330317	96,1290323	24,3243243	48,8888889	108	0,22156667	0,03234364	0,18973238	0,2292069	0,67234023	59,2592593	23,7790607	79,5550612	20,1304753	40,4597701	
				240	54,5	170	19,8	150	159		55	126,157407	69,958477	22,39819	96,7741935	21,4864865		110	0,20733761	0,02414873	0,18294495	0,19392165		55,4536188	17,7541617	76,7090855	17,0314902		
				300	58,2	169	17,9	151	144	0,921		134,722222	69,5473251	20,2488688	97,4193548	19,4594595	85,2777778		0,19301426	0,02044352	0,17245653	0,16446186	1,05187062	51,6227568	15,0300882	72,3112737	14,4441349	63,2989691	
				360	60,9	167	16,9	150	141	1,151	53	140,972222	68,7242798	19,1176471	96,7741935	19,0540541	106,574074	106	0,18227406	0,0184457	0,16371921	0,15389606	1,25627209	48,7502281	13,5612866	68,6477038	13,5161763	75,5993432	
I	Hepalbin-Rezirkulation - 15 % Albumin ligandisiert - 2000 ml/h	Pi	3	0	48,9	291	114	177	920		49	111,389522	123,305085	137,681159	115,686275	125,340599		98	0,39555767	0,15496074	0,24059693	1,25056033		110,697203	123,603331	103,857412	112,524587		
					43,9	236	82,8	153	734	1,087	50	100	100	100	100	100	100	100	100	0,35733303	0,12536938	0,23166082	1,11136629	1,64585171	100	100	100	100	100
				20	44,5	224	72	152	624	0,826		101,366743	94,9152542	86,9565217	99,3464052	85,013624	75,9889604		0,33459056	0,10754697	0,2270436	0,93207371	1,2338027	93,635498	85,7840743	98,0069031	83,8673729	74,9643902	
				30	44,4	213	62,7	150	544	0,587	53	101,138952	90,2542373	75,7246377	98,0392157	74,1144414	54,0018399	106	0,31887635	0,09386642	0,22456081	0,81440721	0,87878131	89,2378607	74,8718828	96,9351705	73,2798193	53,3937111	
				45	45,4	203	52	151	456	0,48		103,416856	86,0169492	62,8019324	98,6928105	62,1253406	44,1582337		0,29721167	0,07611304	0,22107863	0,66762819	0,70276652	83,1749795	60,7269787	95,4320348	60,0727412	42,6992612	
				60	45,7	195	46	149	381	0,384	62	104,100228	82,6271186	55,5555556	97,3856209	51,9073569	35,3265869	124	0,28362167	0,06690635	0,21671838	0,55415908	0,55852254	79,3726588	53,3673717	93,5498634	49,8628659	33,9351678	
				90	47,6	183	36,6	146	282	0,336	61	108,428246	77,5423729	44,2028986	95,4248366	38,4196185	30,9107636	122	0,25554643	0,05110929	0,20387857	0,39379286	0,4692	71,5149195	40,766999	88,0073598	35,4332196	28,5080361	
				120	48,2	176	29,9	146	231	0,374		109,794989	74,5762712	36,1111111	95,4248366	31,4713896	34,4066237		0,24271203	0,04123346	0,20134066	0,31855954	0,51576307	67,9232014	32,8895805	86,9118325	28,6637736	31,3371532	

ID	Information	Messpunkt	Versuch	Zeit [min]	Absolute Messwerte					Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)							AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)					Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)						
					Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [µmol/l]	Bilirubin direkt [µmol/l]	Bilirubin indirekt [µmol/l]	Gallen- säuren [µmol/l]	Octanoat [mmol/l]	AB/C [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen- säuren [%]	Octanoat [%]	AB/C [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen- säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen- säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]
I	Hepalbin-Rezirkulation - 15 % Albumin ligandisiert - 2000 ml/h	Po	1	0	0	1,5	1,1	0	0			0	0,64935065	1,46666667	0	0			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
		Po	1	10	45,6	231	75	156	690			100	100	100	100	100			0,33672303	0,10932566	0,22739737	1,00579605		100	100	100	100	
		Po	1	20	44,4	217	65,9	151	576			97,3684211	93,9393939	87,8666667	96,7948718	83,4782609			0,32486464	0,09865705	0,22605788	0,86231351		96,4782965	90,2414414	99,4109494	85,7344301	
		Po	1	30	44,9	213	59,5	154	528			98,4649123	92,2077922	79,3333333	98,7179487	76,5217391			0,31532539	0,08908385	0,22798174	0,78165167		93,6453302	80,5701559	100,256981	77,7147284	
		Po	1	45	46,4	199	50,4	149	432			101,754386	86,1471861	67,2	95,5128205	62,6088967			0,28507608	0,07220017	0,21344892	0,61885862		84,6618898	66,0413793	93,8660477	61,5292354	
		Po	1	60	46,9	191	44,4	147	372			102,850877	82,6839827	59,2	94,2307692	53,9130435			0,27069872	0,06292682	0,20833881	0,52722473		80,3921026	57,5590618	91,6182289	52,4186521	
		Po	1	90	48,2	182	34,8	147	272			105,701754	78,7878788	46,4	94,2307692	39,4202899			0,25098631	0,04799079	0,20271971	0,37510041		74,5379102	43,8970954	89,1477817	37,2938842	
		Po	1	120	49,8	176	28,3	148	221			109,210526	76,1904762	37,7333333	94,8717949	32,0289855			0,23491406	0,03777311	0,19754137	0,29497731		69,7647734	34,551004	86,8705592	29,3277458	
		Po	1	150	51,1	172	24,6	147	185			112,061404	74,4588745	32,8	94,2307692	26,8115942			0,22373464	0,03199926	0,19121507	0,24064481		66,4447099	29,2696673	84,0885142	23,9258062	
		Po	1	180	51,3	169	21,8	147	169			112,5	73,1601732	29,0666667	94,2307692	24,4927536			0,21897524	0,02824651	0,19046959	0,21897524		65,031265	25,837037	83,7606838	21,7713366	
		Po	1	240	55,3	170	19,2	151	143			121,271193	73,5930736	25,6	96,7948718	20,7246377			0,20433816	0,02307819	0,18150036	0,17188445		60,6843428	21,1095841	79,8163861	17,0893938	
		Po	1	300	58	170	17,8	152	133			127,192982	73,5930736	23,7333333	97,4358974	19,2753623			0,19482586	0,02039941	0,17419724	0,15242259		57,859382	18,6593103	76,6047745	15,1544228	
		Po	1	360	59,9	170	16,3	154	127			131,359649	73,5930736	21,7333333	98,7179487	18,4057971			0,18864608	0,01808783	0,17089115	0,14092972		56,0241094	16,5449082	75,1508925	14,0117587	
		I	Hepalbin-Rezirkulation - 15 % Albumin ligandisiert - 2000 ml/h	Po	2	0	2,2	8,5	2,2	6,3	24,8			5,03432494	3,77777778	3,03867403	4,11764706	3,82716049			0,25681591	0,06647	0,19034591	0,74929818		75,040404	60,359116	81,7914439
Po	2			10	43,7	225	72,4	153	648			100	100	100	100	100			0,34223684	0,11012421	0,23272105	0,98564211		100	100	100	100	
Po	2			20	45,9	225	65,9	159	588			105,034325	100	91,0220994	103,921569	90,7407407			0,32583333	0,09543296	0,23025556	0,85151111		95,2069717	86,6593844	98,9405784	86,3915113	
Po	2			30	46,3	218	60,1	158	532			105,949657	96,8888889	83,0110497	103,267974	82,0987654			0,3129689	0,08628391	0,22683067	0,76375896		91,4480442	78,3495221	97,4689084	77,4884676	
Po	2			45	46,6	208	49,4	159	440			106,636156	92,4444444	68,2320442	103,921569	67,9012346			0,29669013	0,07046179	0,22679678	0,62761373		86,691464	63,985844	97,4543465	63,6756213	
Po	2			60	47,7	197	43,9	153	360			109,153318	87,5555556	60,6353591	100	55,5555556			0,27451971	0,0611747	0,21320566	0,50166038		80,2133706	55,530633	91,6142558	50,8968088	
Po	2			90	48,2	189	35,4	154	278			110,297483	84	48,8950276	100,653595	42,9012346			0,26063963	0,04881822	0,21237303	0,38337469		76,1576763	44,3207393	91,2564749	38,8959326	
Po	2			120	49,9	181	28,8	152	219			114,187643	80,4444444	39,7790055	99,3464052	33,7962963			0,24110361	0,03836345	0,2047375	0,29172204		70,4493431	34,8365239	87,0027637	29,5971573	
Po	2			150	50,8	174	24,6	149	188			116,24714	77,3333333	33,9779006	97,3856209	29,0123457			0,22767283	0,03218823	0,19496122	0,24599134		66,5249344	29,2290208	83,7746385	24,9574706	
Po	2			180	53,1	171	22,4	149	173			121,510297	76	30,9392265	97,3856209	26,6975309			0,21405593	0,02804008	0,18651657	0,21655951		62,5461394	25,462226	80,1459818	21,9714143	
Po	2			240	56	163	18,9	144	146			128,146453	72,4444444	26,1049724	94,1176471	22,5308642			0,19347518	0,02243363	0,17092286	0,17329679		56,5325397	20,3712017	73,4453782	17,5821208	
Po	2			300	59,2	168	17,7	150	136			135,469108	74,6666667	24,4475138	98,0392157	20,9876543			0,18863108	0,01987363	0,16842061	0,15270135		55,1171171	18,04656	72,3701643	15,4925759	
Po	2			360	61,1	168	16,6	151	132			139,816934	74,6666667	22,9281768	98,6928105	20,3703704			0,1827653	0,01805895	0,16427119	0,14360131		53,4031642	16,3987124	70,5871656	14,5693156	
I	Hepalbin-Rezirkulation - 15 % Albumin ligandisiert - 2000 ml/h			Po	3	0	0	1,2	1,5	0	0			0	0,54054054	2,11864407	0	0			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
		Po	3	10	42	222	70,8	151	620			100	100	100	100	100			0,35134143	0,11204943	0,23897548	0,98122381		100	100	100	100	
		Po	3	20	43,9	213	64,9	148	560			104,52381	95,9459459	91,6666667	98,013245	90,3225806			0,3225082	0,09826658	0,22409021	0,84790888		91,7933879	87,6993166	93,7712139	86,4134029	
		Po	3	30	44,2	208	57,1	151	496			105,238095	93,6936937	80,6497175	100	80			0,3128	0,08586962	0,22708077	0,74590769		89,0302067	76,6354782	95,0226244	76,0180995	
		Po	3	45	44,7	198	48,1	150	442			106,428571	89,1891892	67,9378531	99,3377483	71,2903226			0,29443087	0,07152588	0,22305369	0,65726488		83,8019227	63,8342244	93,3374817	66,9841957	
		Po	3	60	44,8	192	42,7	149	345			106,666667	86,4864865	60,3107345	98,6754967	55,6451613			0,28487143	0,06335422	0,2210721	0,51187835		81,0810811	56,5413136	92,5082781	52,1673387	
		Po	3	90	48,2	183	34	149	263			114,761905	82,4324324	48,0225989	98,6754967	42,4193548			0,25236535	0,04688755	0,2054778	0,362689		71,8290905	41,8454181	85,9827979	36,9629233	
		Po	3	120	48,2	174	27,6	146	211			114,761905	78,3783784	38,9830508	96,6887417	34,0322581			0,23995394	0,03806166	0,20134066	0,29097863		68,2965123	33,9686335	84,2516007	29,6546647	
		Po	3	150	50	171	24,4	147	178			119,047619	77,027027	34,4632768	97,3509934	28,7096774			0,2273274	0,03243736	0,1954218	0,2366332		64,7027027	28,9491525	81,7748344	24,116129	
		Po	3	180	51,9	169	22,1	147	158			123,571429	76,1261261	31,2146893	97,3509934	25,483871			0,21644374	0,02830418	0,18826763	0,20235658		61,6049576	25,2604422	78,7811507	20,6227858	
		Po	3	240	53,2	164	18,2	146	130			126,666667	73,8738739	25,7062147	96,6887417	20,9677419			0,20490752	0,02273974	0,18241767	0,16242669		58,3214794	20,29438	76,3332171	16,5534805	
		Po	3	300	57	164	16,6	147	123			135,714286	73,8738739	23,4463277	97,3509934	19,8387097			0,19124702	0,01935793	0,17142263	0,14343526		54,4333807	17,2762415	71,7323109	14,8179966	
		Po	3	360	57	159	15,6	143	115			135,714286	71,6216216	22,0338983	94,7019868	18,5483871			0,18541632	0,01819179	0,16675807	0,13410614		52,7738265	16,235504	69,7804113	13,6672326	

Tabelle A2: Versuch: Hepalbin-Rezirkulation - 15 % Albumin ligandisiert - 2000 ml/h
Messpunkt: Plasma output (Po)

ID	Information	Messpunkt	Versuch	Absolute Messwerte							Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)							AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)					Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)						
				Zeit [min]	Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [µmol/l]	Bilirubin direkt [µmol/l]	Bilirubin indirekt [µmol/l]	Gallen-säuren [µmol/l]	Octanoat [mmol/l]	ABIC [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen-säuren [%]	Octanoat [%]	ABIC [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen-säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen-säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]	
I	Hepalbin-Rezirkulation - 2000 ml/h	Di	1	0	0	0	0	0			0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
I		Di	1	10	174	0	0	0	0			100	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	1	20	97,5	0	0	0	0			56,0344828	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	1	30	141	1,3	1	0,3	0			81,0344828	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00061284	0,00047142	0,00014143	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	1	45	120	0	0	0	0			68,9655172	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	1	60	129	2,3	0,5	1,8	0			74,137931	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00118512	0,00025764	0,00092749	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	1	90	126	1,2	0,2	1	0			72,4137931	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00063305	0,00010551	0,00052754	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	1	120	120	0	0	0	0			68,9655172	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	1	150	120	0	0	0	0			68,9655172	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	1	180	120	0	0	0	0			68,9655172	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	1	240	120	0	0	0	0			68,9655172	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	1	300	117	0	0	0	0			67,2413793	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	1	360	119	0	0	0	0			68,3908046	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I	Hepalbin-Rezirkulation - 15 % Albumin ligandisiert	Di	2	0	0	0	0	0	0			0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	2	10	188	0	0	0	0			100	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	2	20	105	0	0	0	0			55,8510638	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	2	30	138	1,7	0	0,8	0			73,4042553	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00081883	0	0,00038533	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	2	45	117	1,6	1	0,6	0			62,2340426	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00090899	0,00056812	0,00034087	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	2	60	129	2	1,1	0,9	0			68,6170213	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00103054	0,0005668	0,00046374	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	2	90	132	1,6	0	0,7	0			70,212766	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,0008057	0	0,00035249	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	2	120	126	1,7	0	1	0			67,0212766	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00089682	0	0,00052754	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	2	150	120	1,2	0	0,3	0			63,8297872	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,0008547	0	0,00016618	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	2	180	120	1,3	1	0,3	0			63,8297872	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00072009	0,00055392	0,00016618	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	2	240	120	1	0	0,4	0			63,8297872	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00055392	0	0,00022157	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	2	300	120	1,1	0	0,6	0			63,8297872	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00060931	0	0,00033235	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	2	360	120	1,2	0	0,6	0			63,8297872	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,0006647	0	0,00033235	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I	Hepalbin-Rezirkulation - 15 % Albumin ligandisiert	Di	3	0	0	0	0	0	0			0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	3	10	131	0	0	0	0			100	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	3	20	108	0	0	0	0			82,4427481	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	3	30	141	1,5	1,2	0,3	0			107,633588	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00070713	0,0005657	0,00014143	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	3	45	129	1,3	0	0	0			98,4732824	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00066985	0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
I		Di	3	60	135	2	1,1	0	0			103,053435	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00098474	0,00054161	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	3	90	126	1,6	1,3	0	0			96,1832061	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00084406	0,0006858	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	3	120	129	1,4	1	0	0			98,4732824	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00072138	0,00051527	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	3	150	138	1,2	0	0	0			105,343511	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,000578	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	3	180	123	2,2	1,4	0	0			93,8931298	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00118889	0,00075657	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	3	240	120	1,1	0	0	0			91,6030534	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00060931	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	3	300	120	1	0,5	0	0			91,6030534	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00055392	0,00027696	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
I		Di	3	360	123	0	0	0	0			93,8931298	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		

Tabelle A3: Versuch: Hepalbin-Rezirkulation - 15 % Albumin ligandisiert - 2000 ml/h
Messpunkt: Dialysat input (Di)

Versuch: Hepalbin-Rezirkulation - 15 % Albumin ligandisiert - 2000 ml/h
Messpunkt: Dialysat output (D₀)

ID	Information	Messpunkt	Zeit [min]	Absolute Messwerte					Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)					AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)					Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)					Filtrationskonzentration (ΔD = D ₀ - D _i)							
				Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [μmol/l]	Bilirubin direkt [μmol/l]	Bilirubin indirekt [μmol/l]	Gallen- säuren [μmol/l]	Octanoat [mmol/l]	ABIC [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen- säuren [%]	Octanoat [%]	ABIC [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen- säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	ABIC [%]	Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [μmol/l]	Bilirubin direkt [μmol/l]	Bilirubin indirekt [μmol/l]	Gallen- säuren [μmol/l]			
I	Do	1	0		1,2	0	0		0	3,61445783	0	0		0		#D/I/0	#D/I/0	#D/I/0	#D/I/0		#D/I/0	#D/I/0	#D/I/0	#D/I/0		0	1,2	0	0	0	
I	Do	1	30	142	33,2	26,6	6	0		100	100	100		100		0,01554087	0,01245142	0,00330645	0,00349979		0,01554087	0,01245142	0,00330645	0,00349979		33,3	-32	33,2	6,6	221	
I	Do	1	20	116	40,6	32	8,6			81,6901408	122,289157	120,300752	130,30303	94,1176471		0,0232465	0,01853365	0,00442792	0,01187459		149,689795	147,264714	159,058882	115,212962		18,5	40	18,6	32	8,6	208
I	Do	1	30	116	37,6	29,6	8	158		82,3943662	113,253012	111,278195	121,21121	69,682579		0,0213613	0,01681634	0,00444496	0,00749043		142,524374	135,055588	147,112147	84,5728429		-24	36,3	28,6	7,7	154	
I	Do	1	40	116	22,6	17,6	21,4	62	91,8	82,3943662	83,1325301	80,4511278	93,9393939	41,5384615		0,0156801	0,01215776	0,00322234	0,05213338		106,785991	97,6415397	114,011914	50,1042879		-3	27,6	21,4	6,2	91,8	
I	Do	1	65	126	27,5	21,7	5,5	70,8		88,7323944	67,7710843	63,9079744	83,333333	32,0361991		0,01186864	0,00896817	0,00290147	0,00374591		106,93963	72,0253013	93,9153439	36,4142879		3	20,2	16,5	3,7	70,8	
I	Do	1	100	126	14	10,5	3,5	38,7		88,7323944	42,1866747	39,4736942	53,303033	17,513122		0,00738595	0,00569157	0,00194639	0,00641579		47,523427	44,2621578	56,7643098	19,7497079		12,8	10,3	2,5	38,7		
I	Do	1	120	126	8	1	10,1	2	21,9		88,7323944	42,1866747	39,4736942	53,303033	17,513122		0,00532178	0,00437397	0,001471836	0,01718336		34,294758	34,117377	44,2233758	15,10142		0	10,1	2	21,9	
I	Do	1	150	120	7,9	5	2	16,1		84,5070423	23,951807	18,7969925	30,303033	9,7375562		0,00437594	0,00276958	0,00100783	0,0119646		28,1576305	22,4862103	35,8585859	11,5565619		0	7,9	5	2	16,1	
I	Do	1	180	117	5,8	3,8	2	17,4		82,3943662	17,468795	14,2857143	30,303033	7,87330317		0,00329509	0,00215885	0,00113624	0,00988528		21,2027598	17,3382173	36,7780368	9,5565329		-4	5,8	3,8	2	17,4	
I	Do	1	240	124	4,1	2,5	1,6	0		87,3239437	12,349376	9,39849624	24,2424242			0,0021978	0,00134012	0,0008578			14,1420521	10,7627941	27,7614858		0	4	4,1	2,5	1,6	0	
I	Do	1	300	126	3,5	2,8	0	0		88,7323944	10,5421687	10,5263158	0			0,00184639	0,00147711	0			11,8808598	11,8629098	0		0	9	3,5	2,8	0	0	
I	Do	1	360	117	2,7	1,9	0	0		82,3943662	8,1253012	7,14285714	0			0,00153392	0,00107943	0			9,87025023	6,6910867	0		0	-2	2,7	1,9	0	0	
Hepatitis-A-Antikörper - 2000 mIU	Do	2	0		0,4	0	0		0	1,47058824	0	0		0		#D/I/0	#D/I/0	#D/I/0	#D/I/0		#D/I/0	#D/I/0	#D/I/0	#D/I/0		0	0,4	0	0	0	
	Do	2	10	135	27,2	20,7	6,5	181		100	100	100	100	100		0,01339247	0,01019207	0,00320041	0,08911904		100	100	100	100		-53	27,2	20,7	6,5	181	
	Do	2	20	131	46,3	37,2	9,1	215		97,037037	170,22058	179,710145	140	118,74543		0,02349283	0,01887545	0,00461738	0,10509198		175,41816	185,94778	144,274809	122,411539		26	46,3	37,2	9,1	215	
	Do	2	30	144	40,8	32,6	8	168		84,444444	101	157,48723	126,153846			0,02378262	0,01920089	0,0041394	0,09705679		172,63137	186,498989	140,25713	122,411539		-23	36,3	29,1	7,4	168	
	Do	2	40	124	63,233	45,2	18,065	26	7,9	110	111,111111	124,632333	125,803865	121,538462	60,7734807		0,01813798	0,01405057	0,00426921	0,05944472		76,191607	137,8579	137,8579	137,8579		6	44,9	25,2	7,3	110
	Do	2	60	126	26,3	20	6,3	74,1		93,333333	96,6911765	96,6183575	96,9230769	40,9392265		0,01387426	0,01055079	0,0033235	0,03909699		103,597869	103,519669	130,846154	43,863457		-3	24,3	18,9	5,4	74,1	
	Do	2	90	126	16,8	12,8	4	43,8		93,333333	61,7647059	61,8357488	61,5384615	24,189895		0,00882627	0,00672521	0,00211016	0,02310624		67,1764706	66,252588	65,9304059	25,9273875		-6	15,2	12,8	3,3	43,8	
	Do	2	120	126	11,6	8,5	3,1	28,8		93,333333	42,6470588	41,0626019	47,6923077	15,9116022		0,00611946	0,00448049	0,00163537	0,01519314		45,6932773	43,9658952	51,0899011	17,0481462		0	9,9	8,5	2,1	28,8	
	Do	2	150	126	6,1	4,2	2,4	21,3		93,333333	31,6176471	29,6516008	36,9230769	11,7676568		0,00333333	0,00237075	0,0011948	0,0112386		33,94536594	32,09134574	39,5436594	12,0112386		0	6,1	4,2	2,4	21,3	
	Do	2	180	125	6,5	4,8	1,7	19,2		92,5925926	23,8075058	23,1884058	25,136482	10,6077348		0,00451194	0,00254205	0,00090399	0,01020979		26,8088235	25,3047483	28,2641538	11,4563536		5	5,2	3,8	1,4	19,2	
Do	2	240	125	5	3,6	1,4	0		92,5925926	18,3823529	17,3913043	21,5384615			0,0026588	0,00191434	0,00074446			18,8529412	18,7826087	23,2615385		0	5	4	3,6	1	0		
Do	2	300	126	4,1	3,3	0,8	0		93,333333	15,0735294	15,942029	12,3076923			0,00216291	0,00174088	0,00042203			16,1502101	17,0807453	13,1868132		0	6	4,2	3,3	0,2	0		
Do	2	360	119	3,3	2,3	1	0		88,1481481	12,1325329	11,1111111	15,3846154			0,00184329	0,00128471	0,00055857			13,7639337	12,605042	17,4531351		0	-1	2,1	2,3	0,4	0		
Hepatitis-B-Antikörper - 15 % Albumin (IgG) anti-HBc	Do	3	0		1,8	1,5	0	0		0	4,74934037	4,95049505	0	0		#D/I/0	#D/I/0	#D/I/0	#D/I/0		#D/I/0	#D/I/0	#D/I/0	#D/I/0		0	1,8	1,5	0	0	
	Do	3	10	147	37,9	30,3	7,6	169		100	100	100	103,947368	100	100		0,0171375	0,01370096	0,00343654	0,07641789		100	100	100	100		16	37,9	30,3	7,6	169
	Do	3	20	116	37,1	29,2	7,9	201		78,9115646	97,8891821	96,369637	103,947368	118,934911		0,02125894	0,0167321	0,00452684	0,01517647		124,040222	122,123592	131,726407	150,719241		8	37,1	29,2	7,9	201	
	Do	3	30	134	78,8	29,9	7,9	146		91,1564622	99,7361478	98,678968	103,947368	86,3905325		0,01879549	0,01481374	0,00391875	0,07422254		109,412043	108,253288	144,038185	94,7717036		7	36,3	28,7	7,6	146	
	Do	3	40	134	27,5	21,7	5,8	146		93,333333	72,5558698	70,3157395	78,9115646	39,6515646		0,01496118	0,01173895	0,0052465	0,03436656		85,711292	85,0194481	95,066146	39,6515646		8	27,5	21,7	5,8	146	
	Do	3	60	133	22,2	17,4	4,8	54		91,8367347	58,5751979	57,4257426	63,1579447	32,3076923		0,01039062	0,00656724	0,00236338	0,02698342		83,761882	82,530253	86,771928	35,1794872		0	20,42	16,3	4,8	54	
	Do	3	90	135	14,7	11,1	3,6	39,6		91,8367347	38,7862797	36,6336634	47,3684211	23,4319527		0,00723784	0,00546531	0,00177253	0,01949787		42,233949	39,889899	51,5789474	25,5147929		9	13,1	9,8	3,6	39,6	
	Do	3	120	129	10,3	7,5	2,8	24,3		87,755102	27,176781	24,7524752	36,8421053	14,3789892		0,00530729	0,00386453	0,00144276	0,01252109		30,98889	28,206309	41,9828641	16,3850282		0	8,9	6,5	2,8	24,3	
	Do	3	150	127	8	5,3	2,7	18,6		88,3945578	21,1081794	19,471492	35,263158	11,0059172		0,00418709	0,00227394	0,00141314	0,00973498		24,4323022	24,2603553	41,1210112	12,7391325		-11	6,8	5,3	2,7	18,6	
	Do	3	180	129	6,4	4,8	1,6	18,6		87,755102	16,8865435	15,8415842	21,0526316	9,9408284		0,00329774	0,00207433	0,00062443	0,00895566		19,2428054	16,0520378	23,9802081	11,37297027		6	4,2	3,4	1,6	18,6	
Do	3	240	126	2,8	1,2	0	0		83,6734694	8,5540897	9,2409242	15,7894737			0,00216163	0,00151314	0,00064849			12,00216163	11,0440312	18,87034849		0	1	1,2	0	1,2	0		
Do	3	300	124	3,3	0,5	0,5	0		84,3537415	8,07712401	1,65016502	6,57894737			0,00176896	0,00206802	0,00026802			10,3221551	1,95624401	7,79923599		0	4	2,3	0	0,5	0		
Do	3	360	123	2,7	2	0,7	0		83,6734694	7,12401055	6,00060007	9,21052632			0,00145951	0,00108081	0,00037828			8,51406139	1,88859374	11,0077022		0	2,7	2	0,7	2	0		

ID	Information	Messpunkt	Versuch	Zeit [min]	Absolute Messwerte							Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)							AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)							Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)						
					Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [µmol/l]	Bilirubin direkt [µmol/l]	Bilirubin indirekt [µmol/l]	Gallen- säuren [µmol/l]	Octanoat [mmol/l]	AB/C [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen- säuren [%]	Octanoat [%]	AB/C [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen- säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen- säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]				
II	Hepalbin-Rezirkulation - 2000 ml/h	Pi	1	0	43,7	230	89,5	141	860		53	101,157407	111,111111	125,525947	103,676471	116,847826		101,923077	0,34984211	0,13613421	0,21446842	1,30810526		109,839817	124,089723	102,490241	115,510894					
		Pi	1	10	43,2	207	71,3	136	736	1,102	52	100	100	100	100	100	100	100	0,31850208	0,10970627	0,20925741	1,13245185	1,69560046	100	100	100	100	100				
		Pi	1	20	43,6	198	60,7	137	640	0,851		100,925926	95,6521739	85,1332398	100,735294	86,9565217	77,2232305	0,30185917	0,09253966	0,20986216	0,97570642	1,29738463	94,774631	84,3522009	99,811171	86,1587555	76,5147605					
		Pi	1	30	45,2	189	55,3	134	596	0,759	51	104,62963	91,3043478	77,5596073	98,5294118	80,9782609	68,8747731	0,27793872	0,08132281	0,19705708	0,87646283	1,11616659	87,2643324	74,1277663	94,1697033	77,395152	65,8272168					
		Pi	1	45	45,9	189	48,9	140	510	0,938		106,25	91,3043478	68,5834502	102,941176	69,2934783	85,1179673	0,2737	0,07081444	0,20274074	0,73855556	1,35836296	85,9335038	64,5491286	96,8858131	65,2173913	80,1110281					
		Pi	1	60	51,4	197	46,3	151	420	0,908	52	118,981481	95,1690821	64,9368864	111,029412	57,0652174	82,3956443	100	0,25475885	0,05987473	0,19527179	0,54314008	1,17421712	79,9894659	54,5773053	47,9614278	69,2508139					
		Pi	1	90	56	208	41	167	348	0,61	59	129,62963	100,483092	57,9035063	122,794118	47,2826087	55,353902	113,461538	0,24688857	0,04866554	0,19822304	0,41306357	0,72404621	77,515528	44,3569477	94,7288908	36,4751553	42,7015815				
		Pi	1	120	57,2	209	34,4	175	296	0,438		132,407407	100,966184	48,2468443	128,676471	40,2173913	39,7459165		0,24287115	0,03997497	0,20336101	0,34397063	0,50898357	76,2541806	36,4381761	97,1822295	30,3799739	30,017895				
		Pi	1	150	60,1	193	29,9	163	245		69	139,12037	93,236715	41,9354839	119,852941	33,2880435		132,692308	0,21345607	0,0330691	0,18027637	0,27096755	67,0187369	30,1433095	86,1505334	23,9275121						
		Pi	1	180	60,1	188	27	161	212	0,439	71	139,12037	90,821256	37,8681627	118,382353	28,8043478	39,8366606	136,538462	0,20792612	0,02986173	0,17806439	0,23446988	0,48552962	65,2825002	27,219711	85,0934717	20,7046227	28,6346712				
		Pi	1	240	61,2	180	23,1	157	180		73	141,666667	86,9565217	32,398317	115,441176	24,4565217		140,384615	0,1955	0,02508917	0,17051944	0,1955	61,3810742	22,8694002	81,4878893	17,2634271						
		Pi	1	300	64,2	177	19,4	158	163	0,683		148,611111	85,5072464	27,2089762	116,176471	22,1467391	61,9782214		0,18325841	0,02008595	0,16358866	0,1687634	0,707714969	57,5375863	18,3088438	78,1748213	14,9024787	41,7049714				
		Pi	1	360	66,4	176	19,3	157	160	0,776	66	153,703704	85,0241546	27,0687237	115,441176	21,7391304	70,4174229	126,923077	0,17618554	0,01932035	0,15716551	0,16016867	0,77681807	55,3169199	17,6109769	75,1063076	44,1435306	45,813745				
II	Hepalbin-Rezirkulation - 7 % Albumin ligandisiert - 2000 ml/h	Pi	2	0	45,6	238	90,5	148	870		49	102,242152	112,796209	131,540698	104,225352	121,50838		100	0,34692675	0,13191963	0,21573596	1,26817763		110,322607	128,656033	101,939708	118,843722					
		Pi	2	10	44,6	211	68,8	142	716	1,551	49	100	100	100	100	100	100	100	0,3144657	0,10253668	0,21163094	1,06709686	2,31154641	100	100	100	100	100				
		Pi	2	20	46,8	216	63,1	153	644	1,193		104,932735	102,369668	91,7151163	107,746479	89,9441341	76,9181173	0,30678462	0,08962088	0,21730577	0,91467265	1,69441688	97,5574189	87,4037219	102,681473	85,715991	73,3023084					
		Pi	2	30	48,4	209	57,4	152	600	0,948	48	108,520179	99,0521327	83,4302326	107,042254	83,7988827	61,1218569	97,9591837	0,28702955	0,07883012	0,20874876	0,82400826	1,30193306	91,2753124	76,879925	98,6381096	77,2196316	56,3230334				
		Pi	2	45	49,8	211	51,6	159	524	0,629		111,659193	100	75	111,971831	73,1843575	40,554481	0,28162992	0,06887253	0,21222349	0,69940321	0,8395508	89,5582329	67,1686747	100,279993	65,5426174	36,3198765					
		Pi	2	60	52,8	204	46,9	157	441	0,517	53	118,38565	96,6824645	68,1686047	110,56338	61,5921788	33,3333333	108,163265	0,25681591	0,05904248	0,19764754	0,55517557	0,65085208	81,6673847	57,5818138	93,3925523	52,0267268	28,1565657				
		Pi	2	90	53,5	190	38,3	152	351	0,424	58	119,955157	90,0473934	55,6686047	107,042254	49,0223464	27,3372018	118,367347	0,23606168	0,04758507	0,18884935	0,4360929	0,52679028	75,0675466	46,4078461	89,2352244	40,8672271	22,7895178				
		Pi	2	120	54,6	185	33,1	152	296	0,418		122,421525	87,6777251	48,1104651	107,042254	41,3407821	26,9503546	0,22521886	0,04029592	0,18504469	0,36035018	0,50887289	71,6195337	39,2990246	87,4374452	33,7692103	22,0143922					
		Pi	2	150	55,4	177	30	147	276		59	124,215247	83,8862559	43,6046512	103,521127	38,547486		120,408163	0,21236805	0,03599458	0,17637347	0,33115018	67,5329786	35,1041054	83,3401129	31,0328137						
		Pi	2	180	57,1	175	27,6	147	245	0,399	62	128,026906	82,9383886	40,1162791	103,521127	34,2178771	25,7253385	126,530612	0,20371716	0,03212911	0,17112242	0,28520403	0,46447513	64,7819988	31,3342565	80,8588836	26,7270984	20,093697				
		Pi	2	240	58,4	165	23,1	142	255		61	130,941704	78,1990521	33,5755814	100	35,6145251		124,489796	0,18780051	0,02629207	0,16162226	0,29023716	59,720509	22,6416255	76,369863	27,1987641						
		Pi	2	300	60,8	170	21	149	253	0,852		136,32287	80,5687204	30,5232558	104,929577	35,3351955	54,9323017	0,18585362	0,02295839	0,16289523	0,27659391	0,93145461	59,1013969	22,3904146	76,9713677	25,902257	40,2957345					
		Pi	2	360	65,1	168	20	148	240	1,002	59	145,964126	79,6208531	29,0697674	104,225352	33,5195531	64,6034816	120,408163	0,17153548	0,02042089	0,15111459	0,24505069	1,02308664	54,5482342	19,9156932	71,4047727	22,9642407	44,2598353				
II	Hepalbin-Rezirkulation - 7 % Albumin ligandisiert - 2000 ml/h	Pi	3	0	46,2	248	93,8	154	900		52	103,125	118,660287	128,142077	113,235294	120,320856		100	0,35680866	0,13495424	0,22156667	1,29487013		115,064521	124,258983	109,803922	116,674769					
		Pi	3	10	44,8	209	73,2	136	748	1,856	52	100	100	100	100	100	100	100	100	0,31009442	0,10860723	0,20178393	1,10981161	2,75375714	100	100	100	100	100			
		Pi	3	20	46,1	214	67,7	146	692	1,619		102,901786	102,392344	92,4863388	107,352941	92,513369	87,2306034	0,30855922	0,0976143	0,21051236	0,99777093	2,33438026	99,5049248	89,8782642	104,325635	89,9045321	84,7707383					
		Pi	3	30	48,7	213	61	152	620	1,163	53	108,705357	101,913876	83,3333333	111,764706	82,8877005	62,6616379	101,923077	0,29072094	0,08325811	0,20746283	0,84622998	1,58736366	93,7523948	76,659822	102,81435	76,2498765	57,6435602				
		Pi	3	45	48,9	208	53	155	540	0,747		109,151786	99,5215311	72,4043716	113,970588	72,1925134	40,2478448	0,28273538	0,07204315	0,21069223	0,73402454	1,01540061	91,177719	66,333652	104,414772	66,1395624	36,8732812					
		Pi	3	60	51,6	197	46,7	150	426	0,591	59	115,178571	94,2583732	63,7978142	110,294118	56,9518717	31,8426724	113,461538	0,25377112	0,06015793	0,19322674	0,54876395	0,76131337	81,8367271	55,3903503	95,7592339	49,4465862	27,6463512				
		Pi	3	90	50,2	183	38,7	144	336	0,362	67	112,053571	87,5598086	52,8688525	105,882353	44,9197861	19,5043103	128,846154	0,24231096	0,05124281	0,19067092	0,44489825	0,4793255	78,1410244	47,1817647	94,4926178	40,0877772	17,4062371				
		Pi	3	120	50,4	177	31,8	145	278	0,409		112,5	84,6889952	43,442623	106,617647	37,1657754	22,0366379	0,23343631	0,0419394	0,19123313	0,36664008	0,53940933	75,2791069	38,6156648	94,7712418	33,0362448	19,5881226					
		Pi	3	150	54	168	28,1	140	235		69	120,535714	80,3827751	38,3879781	102,9411,																	

ID	Information	Messpunkt	Versuch	Zeit [min]	Absolute Messwerte						Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)						AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)					Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)							
					Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [µmol/l]	Bilirubin direkt [µmol/l]	Bilirubin indirekt [µmol/l]	Gallen-säuren [µmol/l]	Octanoat [mmol/l]	AB/C [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen-säuren [%]	Octanoat [%]	AB/C [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen-säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen-säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]	
II	Po	1	0	38,6	180	60,2	120	584			89,5591647	89,5522388	96,474359	86,3309353	88,8888889			0,30996373	0,10366565	0,20664249	1,0056601		99,9922666	107,72137	96,3954225	99,2515832			
			10	43,1	201	62,4	139	657			100	100	100	100	100			0,3099877	0,09623499	0,21436961	1,01324339		100	100	100	100	100		
			20	43,1	197	57,8	139	600			100	98,0099502	92,6282051	100	91,3242009			0,30381879	0,08914074	0,21436961	0,92533643		98,0099502	92,6282051	100	100	91,3242009		
			30	44,3	188	51,8	136	512			102,784223	93,5323383	83,0128205	97,8417266	77,9299848			0,28208488	0,07772339	0,2040614	0,76823115		90,998731	80,7641662	95,1913864	75,8190145			
			45	49,1	200	48,2	152	472			113,921114	99,5024876	77,2435987	109,352518	71,8417047			0,27075356	0,06525161	0,20577271	0,63897841		87,3433241	67,8044545	95,9896848	63,0626777			
			60	52,9	209	46	163	426			122,737819	103,9801	73,7179487	117,266187	64,8401826			0,26261304	0,0578	0,20481304	0,53527826		84,7172455	60,0613155	95,5420163	52,8282017			
			90	57	209	39,1	170	336			132,25058	103,9801	62,6602564	122,302158	51,1415525			0,24372333	0,04569609	0,19824386	0,39182316		78,6235489	47,3799483	92,4775969	38,6701915			
			120	58,4	205	33,2	172	245			135,49884	101,99005	53,2051282	123,741007	37,2907154			0,23332791	0,03778774	0,19576781	0,27885531		75,2700538	39,2661135	91,3225584	27,5210588			
			150	59,2	195	29,2	166	231			137,354988	97,0149254	46,7948718	119,42446	35,1598174			0,21894679	0,03278588	0,18638547	0,25936774		70,6307987	34,0685638	86,9458487	25,5977724			
			180	60,3	189	25,8	163	202			139,907193	94,0298507	41,3461538	117,266187	30,7458143			0,20833881	0,0284399	0,17967844	0,22266899		67,2087325	29,5525577	83,8171254	21,975864			
II	Po	1	240	64,7	196	22,8	173	182			150,116009	97,5124378	36,5384615	124,460432	27,7016743			0,20136198	0,02342374	0,17773277	0,18697898		64,9580536	24,3401498	82,9094993	18,453511			
			300	64	182	19,7	162	162			148,491879	90,5472637	31,5705128	116,546763	24,6575342			0,18902406	0,0204603	0,16825219	0,16825219		60,9779229	21,2607672	78,4869604	16,6053082			
			360	65,5	175	18	157	152			151,972158	87,0646766	28,8461538	112,94964	23,1354642			0,1775916	0,01826656	0,15932504	0,15425099		57,2898864	18,9812096	74,3225877	15,2234887			
			0	19,7	82,2	32,4	49,8	320			42,6406926	38,5915493	51,84	32,9801325	50			0,27735198	0,10932122	0,16803076	1,07971574		90,5040395	121,57401	77,34427	117,258883			
			10	46,2	213	62,5	151	640			100	100	100	100	100			0,3064526	0,08992154	0,21725043	0,92079654		100	100	100	100	100		
			20	48,2	219	60,2	159	620			104,329004	102,816901	96,32	105,298013	96,875			0,302011	0,08301855	0,21926826	0,8550083		98,5506399	92,3233195	100,928801	92,8552905			
			30	50,3	217	55	162	556			108,874459	101,877934	88	107,284768	86,875			0,28675924	0,07268091	0,21407833	0,73473797		93,5737687	80,8270378	98,5398865	79,7937376			
			45	50,7	215	50,2	165	492			109,74026	100,938967	80,32	109,271523	76,875			0,28187475	0,06581448	0,21632249	0,64503432		91,9798872	73,1910059	99,5728673	70,0517751			
			60	52,3	209	45,4	164	408			113,203463	98,1220657	72,64	108,609272	63,75			0,26562581	0,05770054	0,20843365	0,51854232		86,6776183	64,1676482	95,9416509	56,3145315			
			90	53,3	197	37,7	159	348			115,367965	92,4882629	60,32	105,298013	54,375			0,24567711	0,04701537	0,19828762	0,43398799		80,1680628	52,284878	91,2714486	47,1318011			
II	Po	1	120	53,5	181	31,1	150	279			115,800866	84,9765258	49,76	99,3377483	43,59375			0,22487981	0,03863957	0,18636449	0,34663794		73,381598	42,9703178	85,7832518	37,6454439			
			150	55,4	182	28,4	154	254			119,91342	85,4460094	45,44	101,968755	39,6875			0,21836715	0,03407487	0,1847722	0,30475415		71,2564194	37,8940072	85,0503263	33,096796			
			180	56,4	180	26,9	153	227			122,077922	84,5070423	43,04	101,324503	35,46875			0,2121383	0,03170289	0,18031755	0,26752996		69,2238538	35,2561702	82,9989591	29,0541888			
			240	58,5	168	22,5	146	192			126,623377	78,8732394	36	96,6887417	30			0,19088821	0,02556538	0,16589094	0,21815795		62,2896352	28,4307692	76,359314	23,6923077			
			300	60,6	165	20	145	183			131,168831	77,4647887	32	96,0264901	28,59375			0,18088267	0,02193729	0,15904538	0,20072624		59,0573142	24,3960396	73,2083142	21,7991955			
			360	63,3	169	18,9	150	180			137,012987	79,342723	30,24	99,3377483	28,125			0,17746335	0,01984649	0,15751185	0,18901422		57,9089068	22,0709005	72,5024324	20,5272512			
			0	0	1,6	0,9	0,7	0			0	0,76923077	1,34932534	0,4964539	0				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
			10	44,5	208	66,7	141	576			100	100	100	100	100			0,31069124	0,09963031	0,21061281	0,86037573		100	100	100	100	100		
			20	48,1	218	64	154	576			108,089888	104,807692	95,952024	109,219858	100			0,30125696	0,08844241	0,21281455	0,7959817		96,9634575	88,7705835	101,045399	92,5155925			
			30	48,8	211	57,6	153	524			109,662921	101,442308	86,3568216	108,510638	90,9722222			0,28740102	0,07845639	0,2083998	0,71373525		92,5037437	78,7475115	98,9492501	82,9562272			
II	Po	3	45	49	202	50,6	151	460			110,11236	97,1153846	75,862069	107,092199	79,8611111			0,27401918	0,06864045	0,20483612	0,62400408		88,1966248	68,8951443	97,2572008	72,5269274			
			60	49,7	198	45,5	153	381			111,685393	95,1923077	68,2158921	108,510638	66,1458333			0,26481006	0,06085282	0,20462596	0,50955875		85,2325491	61,0786156	97,1574126	59,2251425			
			90	49,9	185	36,5	149	296			112,134831	88,9423077	54,7226387	105,673759	51,3888889			0,24643186	0,04862034	0,19847756	0,39429098		79,3172884	48,8007499	94,2381216	45,8277666			
			120	51,2	176	31,2	145	252			115,05618	84,6153846	46,7766117	102,836879	43,75			0,22849063	0,04050516	0,18824512	0,32715703		73,5426683	40,6554535	89,3797097	38,0249023			
			150	51,4	170	26,8	143	211			115,505618	81,7307692	40,17991	101,41844	36,6319444			0,21984241	0,03465751	0,18492626	0,27286323		70,759129	34,7861089	87,8039021	31,7144266			
			180	56	174	25,9	148	200			125,842697	83,6538462	38,8305847	104,964539	34,7222222			0,20653179	0,03074238	0,17567071	0,23739286		66,4749313	30,8564468	83,4093212	27,5917659			
			240	56,4	162	21,2	141	163			126,741573	77,8846154	31,7841079	100	28,2986111			0,19092447	0,02498518	0,166175	0,19210301		61,4515139	25,0778866	78,9007092	22,3278049			
			300	58,1	163	20	143	160			130,561798	78,3653846	29,9850075	101,41844	27,7777778			0,1864821	0,02288124	0,16360086	0,18304991		60,0216801	22,9661417	77,6784951	21,2755785			
			360	60,9	166	18,7	147	153			136,853933	79,8076923	28,035982	104,255319	26,5625			0,18118259	0,02041033	0,16044483	0,1669936		58,3159656	20,4860624	76,1799951	19,4093801			

Tabelle A6

ID	Information	Messpunkt	Versuch	Absolute Messwerte							Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)							AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)						Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)					
				Zeit [min]	Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [µmol/l]	Bilirubin direkt [µmol/l]	Bilirubin indirekt [µmol/l]	Gallen-säuren [µmol/l]	Octanoat [mmol/l]	AB/C [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen-säuren [%]	Octanoat [%]	AB/C [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen-säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen-säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]	
II	Hepalbin-Rezirkulation - 2000 ml/h	Di	1	0	0,29	0	0	0	0			0,39402174	0	0	0	#DIV/0!	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Di	1	10	73,6	0,6	0,2	0,4	0			100	100	100	100	100	#DIV/0!	0,00054188	0,00018063	0,00036125	0	0	100	100	100	100	100		
		Di	1	20	43,5	0,3	0,3	0	0			59,1032609	50	150	0	0	#DIV/0!	0,00045841	0,00045841	0	0	0	84,5977011	253,793103	0	0	0		
		Di	1	30	73,5	1,4	0,6	0,8	0			99,8641304	233,333333	300	200	200	#DIV/0!	0,0012661	0,00054281	0,00072348	0	0	233,650794	300,408163	200,272109	183,770287	100		
		Di	1	45	80,1	1,2	0,4	0,8	0			108,831522	200	200	200	200	#DIV/0!	0,00099581	0,00033194	0,00066387	0	0	183,770287	183,770287	183,770287	183,770287	100		
		Di	1	60	105	1,5	0,9	0,6	0			142,663043	250	450	150	150	#DIV/0!	0,00094957	0,00056974	0,00037983	0	0	175,238095	315,428571	105,142857	105,142857	100		
		Di	1	90	84,3	1	0,4	0,6	0			114,538043	166,666667	200	150	150	#DIV/0!	0,00078849	0,0003154	0,0004731	0	0	145,51206	174,614472	130,960854	130,960854	100		
		Di	1	120	76,8	0,7	0,4	0,3	0			104,347826	116,666667	200	75	75	#DIV/0!	0,00060585	0,0003462	0,00025965	0	0	111,805556	191,666667	71,875	71,875	100		
		Di	1	150	71,4	0,6	0,4	0,2	0			97,0108696	100	200	50	50	#DIV/0!	0,00055857	0,00037238	0,00018619	0	0	103,081232	206,162465	51,5406162	51,5406162	100		
		Di	1	180	70,5	1,5	0,2	1,3	0			95,7880435	250	100	325	325	#DIV/0!	0,00141426	0,00018857	0,00122569	0	0	260,992908	104,397163	339,29078	339,29078	100		
		Di	1	240	116	0,9	0,6	0,3	0			157,608696	150	300	75	75	#DIV/0!	0,00051572	0,00034381	0,00017191	0	0	95,1724138	190,344828	47,5862069	47,5862069	100		
		Di	1	300	66,3	0,7	0,3	0,4	0			90,0815217	116,666667	150	100	100	#DIV/0!	0,00070179	0,00030077	0,00040103	0	0	129,512318	166,515837	111,010558	111,010558	100		
		Di	1	360	65,7	1,3	0,2	1,1	0			89,2663043	216,666667	100	275	275	#DIV/0!	0,00131524	0,00020234	0,00111289	0	0	242,719432	112,024353	308,066971	308,066971	100		
		II	Hepalbin-Rezirkulation - 7 % Albumin ligandisiert - 2000 ml/h	Di	2	0	45,3	0,6	0,4	0,2	0			46,3190184	100	400	40	#DIV/0!	0,0008804	0,00058693	0,00029347	0	0	215,89404	863,576159	86,3576159	86,3576159	100	
				Di	2	10	97,8	0,6	0,1	0,5	0			100	100	100	100	100	#DIV/0!	0,00040779	6,7985E-05	0,00033983	0	0	100	100	100	100	100
				Di	2	20	59,4	0,6	0,2	0,4	0			60,7361963	100	200	80	80	#DIV/0!	0,00067141	0,0002238	0,00044761	0	0	164,646465	329,292929	131,717172	131,717172	100
Di	2			30	93	1,2	0,3	0,9	0			95,0920245	200	300	180	180	#DIV/0!	0,00085768	0,00021442	0,00064326	0	0	210,322581	315,483871	189,290323	189,290323	100		
Di	2			45	71,7	1,2	0,3	0,9	0			73,3128834	200	300	180	180	#DIV/0!	0,00111247	0,00027812	0,00083435	0	0	272,803347	409,205021	245,523013	245,523013	100		
Di	2			60	75,3	0,6	0,4	0,2	0			76,993865	100	400	40	40	#DIV/0!	0,00052964	0,00035309	0,00017655	0	0	129,880478	519,521912	51,9521912	51,9521912	100		
Di	2			90	70,3	1,1	1,1	0	0			71,8813906	183,333333	1100	0	0	#DIV/0!	0,00104007	0,00104007	0	0	0	255,049787	1530,29872	0	0	0		
Di	2			120	71,7	1	0,4	0,6	0			73,3128834	166,666667	400	120	120	#DIV/0!	0,00092706	0,00037082	0,00055623	0	0	227,336123	545,606695	163,682008	163,682008	100		
Di	2			150	68,1	0,8	0,1	0,7	0			69,6319018	133,333333	100	140	140	#DIV/0!	0,00078085	9,7606E-05	0,00068325	0	0	191,483113	143,612335	201,057269	201,057269	100		
Di	2			180	65,4	0,7	0,3	0,4	0			66,8711656	116,666667	300	80	80	#DIV/0!	0,00071145	0,00030491	0,00040654	0	0	174,464832	448,623853	119,633028	119,633028	100		
Di	2			240	66,3	0,6	0,3	0,3	0			67,791411	100	300	60	60	#DIV/0!	0,00060154	0,00030077	0,00030077	0	0	147,511312	442,533937	88,5067873	88,5067873	100		
Di	2			300	62,4	1,8	0,4	1,4	0			63,803681	300	400	280	280	#DIV/0!	0,0019174	0,00042609	0,00149131	0	0	470,192308	626,923077	438,846154	438,846154	100		
Di	2			360	67,2	0,8	0,7	0,1	0			68,7116564	133,333333	700	20	20	#DIV/0!	0,00079131	0,0006924	9,8914E-05	0	0	194,047619	1018,75	29,1071429	29,1071429	100		
II	Hepalbin-Rezirkulation - 7 % Albumin ligandisiert - 2000 ml/h			Di	3	0	36,5	0,1	0,1	0	0			29,4354839	12,5	33,333333	0	0	#DIV/0!	0,00018211	0,00018211	0	0	0	42,4657534	113,242009	0	0	0
				Di	3	10	124	0,8	0,3	0,5	0			100	100	100	100	100	#DIV/0!	0,00042884	0,00016081	0,00026802	0	0	100	100	100	100	100
				Di	3	20	63,6	0,3	0,1	0,2	0			51,2903226	37,5	33,333333	40	40	#DIV/0!	0,00031354	0,00010451	0,00020903	0	0	73,1132075	64,9895178	77,9874214	77,9874214	100
		Di	3	30	102	1,2	0,7	0,5	0			82,2580645	150	233,333333	100	100	#DIV/0!	0,000782	0,00045617	0,00032583	0	0	182,352941	283,660131	121,568627	121,568627	100		
		Di	3	45	72	0,9	0,3	0,6	0			58,0645161	112,5	100	120	120	#DIV/0!	0,00083088	0,00027696	0,00055392	0	0	193,75	172,222222	206,666667	206,666667	100		
		Di	3	60	80,4	1,2	0,4	0,8	0			64,8387097	150	133,333333	160	160	#DIV/0!	0,00099209	0,0003307	0,00066139	0	0	231,343284	205,638474	246,766169	246,766169	100		
		Di	3	90	76,5	1	0,4	0,6	0			61,6935484	125	133,333333	120	120	#DIV/0!	0,00086889	0,00034756	0,00052133	0	0	202,614379	216,122004	194,509804	194,509804	100		
		Di	3	120	73,2	2,6	0,3	2,3	0			59,0322581	325	100	460	460	#DIV/0!	0,00236096	0,00027242	0,00208854	0	0	550,546448	169,398907	779,234973	779,234973	100		
		Di	3	150	76,2	1,2	0,1	1,1	0			61,4516129	150	33,333333	220	220	#DIV/0!	0,00104677	8,7231E-05	0,00095954	0	0	244,094488	54,2432196	358,005249	358,005249	100		
		Di	3	180	109	1,2	0,7	0,5	0			87,9032258	150	233,333333	100	100	#DIV/0!	0,00073178	0,00042687	0,00030491	0	0	170,642202	265,443425	113,761468	113,761468	100		
		Di	3	240	73,2	0,7	0,2	0,5	0			59,0322581	87,5	66,666667	100	100	#DIV/0!	0,00063564	0,00018161	0,00045403	0	0	148,224044	112,932605	169,398907	169,398907	100		
		Di	3	300	73,5	0,71	0,4	0,3	0			59,2741935	88,75	133,333333	60	60	#DIV/0!	0,00064209	0,00036174	0,00027131	0	0	149,727891	224,943311	101,224449	101,224449	100		
		Di	3	360	71,1	1	0,6	0,4	0			57,3387097	125	200	80	80	#DIV/0!	0,00093488	0,00056093	0,00037395	0	0	218,002813	348,804501	139,5218	139,5218	100		

Tabelle A7: Versuch: Hepalbin-Rezirkulation - 7 % Albumin ligandisiert - 2000 ml/h
Messpunkt: Dialysat input (D_i)

ID	Information	Messpunkt	Versuch	Absolute Messwerte							Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)							AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)							Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)							Filtrationskonzentration (ΔD = D ₀ - D _i)			
				Zeit [min]	Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [μmol/l]	Bilirubin direkt [μmol/l]	Bilirubin indirekt [μmol/l]	Gallen-säuren [μmol/l]	Octanoat [mmol/l]	ABIC [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen-säuren [%]	Octanoat [%]	ABIC [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen-säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen-säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]	Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [μmol/l]	Bilirubin direkt [μmol/l]	Bilirubin indirekt [μmol/l]	Gallen-säuren [μmol/l]		
II	Hepalbin-Rezirkulation - 7 % Albumin ligandisiert - 2000 ml/h	Do	1	0	0,85	1,2	0	0	7,1			0,89098532	4,31654676	5,91133005	0	3,1143509			0,09384	0,09384	0	0,05522	484,468895	663,459867	0	349,504644		0,56	1,2	0	0	7,1			
		Do	1	10	95,4	27,8	20,3	7,5	228			100	100	100	100	100			0,01936966	0,01414404	0,00522563	0,15885912	100	100	100	100	100		21,8	27,2	20,1	7,1	228		
		Do	1	20	45,7	20,7	16,8	3,9	222			47,003639	74,4604317	82,7586207	52	97,368421			0,03010786	0,02443536	0,0067249	0,32289594	155,438198	172,760884	108,551422	203,259242		2,2	20,4	16,5	3,9	222			
		Do	1	30	78,9	30,1	22,7	7,4	155			82,7044025	108,273381	111,82266	98,6666667	67,9824561			0,02535801	0,01912381	0,0062342	0,13058112	130,916104	135,207627	119,30038	82,1993196		5,4	28,7	22,1	6,6	155			
		Do	1	45	86,9	26,8	19,9	6,9	142			91,0901468	96,4028777	98,0295567	92	62,2807018			0,02049938	0,01522155	0,00527783	0,10861611	105,832388	107,618178	100,998849	68,3726001		6,8	25,6	19,5	6,1	142			
		Do	1	60	65,7	17,9	13,4	4,5	92,1			68,8679245	64,3884892	66,0098522	60	40,3947368			0,01810979	0,01355705	0,00455274	0,09317941	93,4956145	95,8499224	87,1232877	58,6553713		-39,3	16,4	12,5	3,9	92,1			
		Do	1	90	71,7	11,7	8,2	3,5	51,3			75,1572327	42,0863309	40,3940887	46,6666667	22,5			0,01084657	0,00780187	0,0032447	0,04755803	55,9977123	53,7461096	62,0920502	29,9372385		-12,6	10,7	7,8	2,9	51,3			
		Do	1	120	73,8	8	5,7	2,3	33,9			77,3594906	28,7769784	28,0781777	30,6666667	14,8684211			0,00720542	0,00513386	0,00207156	0,03053297	37,1950587	36,2970083	39,6422764	19,220154		-3	7,3	5,3	2	33,9			
		Do	1	150	70,5	6	4,2	1,8	26,7			73,8993711	21,5827338	20,6865652	24	11,7105263			0,00565702	0,00395991	0,00169711	0,02517374	29,2055717	27,9970653	32,4765957	15,8465845		-9,9	5,4	3,8	1,6	26,7			
		Do	1	180	68,7	4,7	3	1,7	12,1			72,0125786	16,904748	14,7783251	22,6666667	5,30701754			0,00454744	0,00290262	0,00164482	0,01170723	23,4771135	20,5218663	31,4759825	7,36957021		-1,8	3,2	2,8	0,4	12,1			
		Do	1	240	57,6	3,2	1,9	1,3	10			60,3773585	11,5107914	9,35960591	17,3333333	4,38596491			0,00369278	0,00219259	0,00150019	0,01153993	19,0647482	15,5018473	28,7083333	7,26425439		-58,4	2,3	1,3	1	10			
		Do	1	300	66,6	2,7	1,8	0,9	7,6			69,8113208	9,71223022	8,86699507	12	3,33333333			0,00269473	0,00179649	0,00086824	0,00798517	13,9121136	12,7013713	17,1891892	4,77477477		0,3	2	1,5	0,5	7,6			
		Do	1	360	66	2,3	1,7	0,6	7,4			69,1823899	8,27338129	8,37438424	8	3,24561404			0,00231638	0,00171211	0,00060427	0,0074527	11,9587966	12,1047918	11,5636364	4,69138756		0,3	1	1,5	-0,5	7,4			
II	Hepalbin-Rezirkulation - 7 % Albumin ligandisiert - 2000 ml/h	Do	2	0	0,49	0,8	0,8	0	0			0,53030303	2,42424242	3,26530612	0	0			0,10852245	0,10852245	0	0	457,142857	615,74344	0	0		-44,81	0,2	0,4	-0,2	0			
		Do	2	10	92,4	33	24,5	8,5	239			100	100	100	100	100			0,02373929	0,01762462	0,00611466	0,17192998	100	100	100	100		-5,4	32,4	24,4	8	239			
		Do	2	20	56,7	26,7	21,1	5,6	215			61,3636364	80,9090909	86,122449	65,8823529	89,958159			0,03130069	0,02473575	0,00565494	0,25204674	131,851852	140,347695	107,363834	146,598481		-2,7	26,1	20,9	5,2	215			
		Do	2	30	77,4	31,4	23,8	7,6	157			83,7662338	95,1515152	97,1428571	89,4117647	65,6903786			0,02896887	0,0204391	0,00526577	0,13482933	113,591731	115,968992	108,739626	78,4210697		-15,6	30,2	23,5	6,7	157			
		Do	2	45	66,9	19,6	14,8	4,8	101			72,4025974	59,3839394	60,4081633	56,4705882	42,2594142			0,01947402	0,01470487	0,00476915	0,10305082	82,0328649	83,4336963	77,952519	58,3672627		-4,8	18,4	14,5	3,9	101			
		Do	2	60	76,2	17,1	12	5,1	74,7			82,467325	51,8181818	48,9795918	60	31,2552301			0,0149165	0,01046772	0,00444878	0,06516154	62,8346457	59,3925759	72,7559055	37,9000428		0,9	16,5	11,6	4,9	74,7			
		Do	2	90	73,8	10,2	7,2	3	43,8			79,870129	30,9090909	29,3877551	35,2941176	18,3263598			0,00918691	0,00648488	0,00270203	0,03944967	38,699187	36,7944251	44,1893831	22,9451985		3,5	9,1	6,1	3	43,8			
		Do	2	120	69,1	6,9	4,9	2	33,6			74,7835498	20,9090909	20	23,5294118	14,0585774			0,00663738	0,0047135	0,00192388	0,03232116	27,959479	26,7438495	31,4633523	18,7990239		-2,6	5,9	4,5	1,4	33,6			
		Do	2	150	68,7	5,5	3,7	1,8	24,3			74,506494	16,6666667	15,1020408	21,1764706	10,167364			0,00532147	0,0035759	0,00174157	0,02351122	22,4163028	20,3119152	28,4818906	13,6748826		0,6	4,7	3,6	1,1	24,3			
		Do	2	180	65,4	4,7	2,9	1,8	12,9			70,7792208	14,2424242	11,8367947	21,1764706	5,39748954			0,0047799	0,00294745	0,00182945	0,01311106	20,1223242	16,72346	29,9195052	7,62581091		0	4	2,6	1,4	12,9			
		Do	2	240	67,8	3,4	1,9	1,5	10,1			73,3766234	10,3030303	7,75510204	17,6470588	4,22594142			0,0033333	0,00186273	0,00147058	0,00909187	14,0412979	10,5689001	24,049974	5,7592476		1,5	2,8	1,6	1,2	10,1			
		Do	2	300	63,7	2,9	1,8	1,1	9,4			68,3939393	8,78787879	7,34693878	12,9411765	3,93305439			0,00302611	0,00187827	0,00114783	0,00808076	12,7472527	10,670908	18,7718164	5,70508989		1,3	1,1	1,4	-0,3	9,4			
		Do	2	360	65,7	2,4	1,5	0,9	8,3			71,1038961	7,27272727	6,12244898	10,5882363	3,47280335			0,00242813	0,00151758	0,00091055	0,00839728	10,2283105	8,61056751	14,8912168	4,88412526		-1,5	1,6	0,8	0,8	8,3			
II	Hepalbin-Rezirkulation - 7 % Albumin ligandisiert - 2000 ml/h	Do	3	0	0,72	1,7	1,7	0	7,1			0,66666667	5,34591195	7,17299578	0	3,65979381			0,15694306	0,15694306	0	0,65546806	801,886792	1075,94937	0	548,969072		-35,78	1,6	1,6	0	7,1			
		Do	3	10	108	31,8	23,7	8,1	194			100	100	100	100	100			0,01957172	0,01458647	0,00498525	0,11939081	100	100	100	100		-16	31	23,4	7,6	194			
		Do	3	20	67,5	28	21,2	6,8	184			62,8	88,0503145	89,4514768	83,9506173	94,8453608			0,02757274	0,0208765	0,00696624	0,11643111	140,880503	143,122363	134,320988	151,752577		3,9	27,7	21,1	6,6	184			
		Do	3	30	76,5	28,6	22,6	6	134			70,8333333	89,9371069	95,3586498	74,0740741	69,0721649			0,02485022	0,01963689	0,00521333	0,11643111	126,970033	134,623976	104,575163	97,5136446		-25,5	27,4	21,9	5,5	134			
		Do	3	45	77,7	21,1	15,4	5,7	105			71,9444444	68,3522013	64,978903	70,3703704	54,1237113			0,01805041	0,01317423	0,00487618	0,08982432	92,2269979	90,3181863	97,8120978	75,228669		5,7	20,2	15,1	5,1	105			
		Do	3	60	80,1	16,5	12,1	4,4	64,2			74,1666667	51,8867925	51,0548523	54,3209877	33,0927835			0,01369232	0,01004104	0,00365129	0,05327558	69,9597202	68,8380031	73,2417811	44,6194834		-0,3	15,3	11,7	3,6	64,2			
		Do	3	90	78,3	10,6	7,4	3,2	39,6			72,5	33,3333333	31,2236287	39,5081728	20,4123711			0,00899949	0,00628197	0,00271653	0,03361701	45,9770115	43,0670741	54,4912729	28,1549947		1,8	9,6	7	2,6	39,6			
		Do	3	120	102	7,1	5,1	2	24,6			94,4444444	22,327044	21,5189873	24,691358	12,6804124			0,00462983	0,0033235	0,00103033	0,010631	23,640396	22,7848101	26,1437908	13,426319		28,8	4,5	4,8	-0,3	24,6			
		Do	3	150	73,8	5	3,8	1,2	20,4			68,3333333	15,7232704	16,0337553	14,8148148	10,5154639			0,00450339	0,00342257	0,00108081	0,01837382	23,0096641	21,8460021	21,6802168	15,5884838		-2,4	3,8	3,7	0,1	20,4			
Do	3	180	64,2	3,8	2,8	1	9,9			54,1111111	11,9489855	11,814346	12,345679	5,10309278			0,00393436	0,0020899	0,00103536	0,01025005	20,1022747	19,8740007	20,768432	8,3946025		-44,8	2,6	2,1	0,5						

ID	Information	Messpunkt	Versuch	Zeit [min]	Absolute Messwerte							Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)							AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)							Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)						
					Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [µmol/l]	Bilirubin direkt [µmol/l]	Bilirubin indirekt [µmol/l]	Gallen-säuren [µmol/l]	Octanoat [mmol/l]	AB/C [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen-säuren [%]	Octanoat [%]	AB/C [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen-säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen-säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]				
III	Hepalbin-Rezirkulation - 2000 ml/h	Pi	1	0	41,7	223	90,6	132	854		50	86,6943867	93,3054393	107,857143	85,1612903	88,7733888		113,636364	0,35546307	0,14441683	0,21040863	1,3612801		107,625699	124,410757	98,2316083	102,398082					
III		Pi	1	10	48,1	239	84	155	962	1,306	44	100	100	100	100	100	100	100	0,33027713	0,11608067	0,21419647	1,3294	1,80477796	100	100	100	100	100	100	100		
III		Pi	1	20	47,1	219	68,6	151	962	0,988		97,9209979	91,6317992	81,6666667	97,4193548		75,6508423		0,30906433	0,09681193	0,21309915	1,35762505	1,39431762	93,5772726	83,4005662	99,4877063	102,123142	77,2570173				
III		Pi	1	30	47,3	208	58,6	149	641		49	98,3367983	87,0292887	69,7619048	96,1290323	66,6320166	46,2480858		0,29229937	0,08234973	0,2038753	0,90078795	0,84879239	88,5012428	70,9418101	97,7548933	67,7589852	47,0302944				
III		Pi	1	45	48,8	194	46,6	147	556	0,451		101,455301	81,1715481	55,4761905	94,8387097	57,7962578	34,532925		0,26424549	0,06347734	0,20022725	0,75732213	0,61430266	80,0072021	54,6804254	93,4783184	56,9672131	34,0375756				
III		Pi	1	60	49,4	186		42	542	0,303	52	102,702703	77,8242678	50	92,903258	56,3409563	23,2006128	118,181818	0,25027166	0,05651296	0,1937587	0,72292623	0,40770061	75,7762607	48,6842105	90,4584041	54,8583966	22,5900701				
III		Pi	1	90	49,5	171	32,7	138	315	0,357	56	102,910603	71,5481172	38,9285714	89,0322581	32,7442827	27,3353752	127,272727	0,22962364	0,04391048	0,1853103	0,42299091	0,4793867	69,524534	37,8275613	86,514174	31,8181818	26,5622535				
III		Pi	1	120	50,8	165	27,6	138	255	0,369		105,613306	69,0376569	32,8571429	89,0322581	26,5072765	28,2542113		0,21589665	0,03611362	0,18056811	0,33365846	0,48282343	65,3683326	31,1107987	84,3002286	25,0984252	26,7525111				
III		Pi	1	150	53,7	164	24,7	139	220		59	111,642412	68,6192469	29,4047619	89,6774194	22,8690229		134,090909	0,20299963	0,03057372	0,17205456	0,27231657		61,4634222	26,3383435	80,3255842	20,4841713					
III		Pi	1	180	54,5	161	22,9	138	200	0,361	60	113,305613	67,3640167	27,2619048	89,0322581	20,7900208	27,6416539	136,363636	0,19636092	0,0279296	0,16830936	0,24392661	0,44028752	59,4533799	24,0605068	78,5770938	18,3486239	24,3956615				
III		Pi	1	240	57,5	163	19,7	143	167		62	119,54262	68,2008368	23,452381	92,2580645	17,3596674		140,909091	0,188428	0,0227732	0,165308	0,193052		57,0514826	19,6184265	77,1758766	14,5217391					
III		Pi	1	300	59,9	161	18,3	143	158	0,426		124,532225	67,3640167	21,7857143	92,2580645	16,4241164	32,618683		0,17865893	0,0203072	0,15868464	0,17532988	0,47272487	54,0936428	17,4940377	74,0836879	13,1868477	26,1929658				
III		Pi	1	360	63,6	165	17,6	147	152	0,499	62	132,224532	69,0376569	20,952381	94,8387097	15,8004158	38,2082695	140,909091	0,17244575	0,01839421	0,15363349	0,15885912	0,52151777	52,2124418	15,8460617	71,7255021	11,9496855	28,8965057				
III	Hepalbin-Rezirkulation - 15 % Albumin deligandisiert - 2000 ml/h	Pi	2	0	39,5	188	73,4	115	765		49	93,3806147	96,9072165	109,22619	90,5511811	102		100	0,31636354	0,12351641	0,19352025	1,28733038		103,776589	116,968807	96,969999	109,23038					
III		Pi	2	10	42,3	194	67,2	127	750	1,09	49	100	100	100	100	100	100	100	0,30485059	0,10559773	0,19956714	1,1785461	1,71282033	100	100	100	100	100	100	100		
III		Pi	2	20	43,5	185	59,6	125	636			102,836879	95,3608247	88,6904762	98,4251969	84,8			0,28268851	0,09107154	0,19100575	0,97183724		92,7301813	86,2438424	95,710019	82,4606897					
III		Pi	2	30	44,4	177	52,8	124	560	0,731	47	104,964539	91,2371134	78,5714286	97,6377953	74,6666667	67,0642202	95,9183673	0,26498176	0,07904541	0,18563694	0,83836036	1,09435968	86,9218445	74,8552124	93,0197914	71,1351351	63,8922638				
III		Pi	2	45	44,6	168	45,9	122	464	0,582		105,437352	86,5979381	68,3035714	96,0629921	61,8666667	53,3944954		0,25038027	0,06840747	0,18182377	0,69152646	0,86738879	82,1321252	64,7811899	91,109071	58,6762332	50,6406976				
III		Pi	2	60	45	161	39,3	122	372	0,466	55	106,382979	82,9896907	58,4821429	96,0629921	49,6	42,7522936	112,244898	0,23781489	0,05805047	0,18020756	0,54948533	0,68833378	78,0103093	54,9732143	90,2992126	46,624	40,187156				
III		Pi	2	90	46,1	153	31	122	281	0,424	60	108,983452	78,8659794	46,1309524	96,0629921	37,4666667	38,8990826	122,44898	0,22060542	0,04469783	0,17590759	0,40516421	0,61135098	72,365096	42,328401	88,1445676	34,378308	35,6926506				
III		Pi	2	120	47,4	146	26	120	229	0,35		112,056738	75,257732	38,6904762	94,488189	30,5333333	32,1100917		0,20473882	0,03646034	0,16827848	0,32113143	0,49081224	67,1603811	34,5275769	84,3217383	27,2481013	28,6552085				
III		Pi	2	150	49,2	144	23,8	120	193		64	116,312057	74,2268041	35,4166667	94,488189	25,7333333		130,612245	0,19454634	0,03215419	0,16212195	0,26074614		63,8169474	30,4496951	81,2367966	22,1243902					
III		Pi	2	180	49,4	140	21	119	165	0,337	68	116,78487	72,1649485	31,25	93,7007874	22	30,9174312	138,77551	0,18837652	0,02825648	0,16012004	0,22021518	0,45344919	61,7930631	26,7586032	80,2336702	18,830567	26,4738328				
III		Pi	2	240	53,2	138	18,8	119	146		65	125,768322	71,1340206	27,9761905	93,7007874	19,4666667		132,653061	0,17242218	0,0234894	0,14868289	0,18241767		56,559569	22,2442266	74,5026937	15,4781955					
III		Pi	2	300	55,8	141	17,1	124	135	0,404		131,914894	72,6804124	25,4464286	97,6377953	18	37,0642202		0,16796183	0,02036984	0,14771111	0,16081452	0,48125233	55,0964416	19,2900346	74,015748	13,6451613	28,0970701				
III		Pi	2	360	56,6	143	16,5	127	131		72	133,806147	73,7113402	24,5535714	100	17,4666667		146,938776	0,16793657	0,0193773	0,14914647	0,15384399		55,0881571	18,3501073	74,7349823	13,0537102					
III	Hepalbin-Rezirkulation - 15 % Albumin deligandisiert - 2000 ml/h	Pi	3	0	44,3	209	72,7	136	820		49	104,976303	105,025126	108,507463	103,030303	97,6190476		89,0909091	0,31359436	0,10908282	0,2040614	1,2303702		100,046508	103,363768	98,146248	92,9915081					
III		Pi	3	10	42,2	199	67	132	840	1,397	55	100	100	100	100	100	100	100	0,31344858	0,10553294	0,20791564	1,32309953	2,20044052	100	100	100	100	100	100	100		
III		Pi	3	20	43,3	189	57,2	132	686	1,109		102,606635	94,9748744	85,3731343	100	81,6666667	79,3843951		0,29013464	0,08780794	0,20263372	1,05308129	1,70243025	92,5621177	83,2043018	97,4595843	79,5919938	77,3677015				
III		Pi	3	30	43,6	181	50,3	131	585	0,823	56	103,317536	90,9547739	75,0746269	99,2424242	69,6428571	58,9119542	101,818182	0,27594197	0,07668443	0,19971491	0,89185665	1,25469748	88,0342077	72,6639737	96,0557409	67,4066186	57,0202859				
III		Pi	3	45	44,4	170	43,3	127	486	0,65		105,21327	85,4271357	64,6268657	96,2121212	57,8571429	46,5282749		0,25450225	0,06482322	0,19012815	0,97309685	81,1942596	61,4246336	91,4448539	54,9903475	44,2228198					
III		Pi	3	60	45	166	37,5	129	385	0,467	63	106,635071	83,4170854	55,9701493	97,7272727	45,8333333	33,4287759	114,545455	0,24520044	0,05539167	0,19054733	0,568688778	0,68981089	78,2266689	52,4875622	91,6464646	42,9814815	31,3487632				
III		Pi	3	90	48,7	160	31,4	129	289	0,401	65	115,402844	80,4020101	46,8656716	97,7272727	34,4047619	28,7043665	118,181818	0,21838193	0,04285745	0,17607043	0,39445236	0,54731971	69,6707356	40,6104999	84,6835916	29,8127506	24,8731882				
III		Pi	3	120	48,6	154	25,4	129	234	0,377		115,165877	77,3869347	37,9104478	97,7272727	27,8571429																

ID	Information	Messpunkt	Versuch	Zeit [min]	Absolute Messwerte						Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)						AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)						Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)					
					Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [µmol/l]	Bilirubin direkt [µmol/l]	Bilirubin indirekt [µmol/l]	Gallen- säuren [µmol/l]	Octanoat [mmol/l]	AB/C [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen- säuren [%]	Octanoat [%]	AB/C [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen- säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen- säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]
III	Hepalbin-Rezirkulation - 2000 ml/h	Po	1	0	48,7	242	81,4	161	930			101,670146	108,035714	107,81457	108,053691	102,08562			0,33030267	0,11110181	0,21974682	1,26934497		106,261	106,043488	106,278682	100,408649	
III		Po	1	10	47,9	224	75,5	149	911			100	100	100	100	100			0,31084092	0,10477004	0,20676472	1,26417891		100	100	100	100	
III		Po	1	20	47,7	211	62,7	148	694			99,5824635	94,1964286	83,0463576	99,3288591	76,180022			0,29402872	0,08737252	0,20623816	0,96708973		94,5913822	83,3945604	99,7453233	76,499435	
III		Po	1	30	47,4	200	54,4	146	608			98,9561587	89,2857143	72,0529801	97,9865772	66,7399463			0,28046414	0,07628624	0,20473882	0,85261097		90,2275467	72,8130327	99,0201909	67,438531	
III		Po	1	45	47,6	185	45,1	140	410			99,3736952	82,5892857	59,7350993	93,9597315	45,0054885			0,25833929	0,06297893	0,1955	0,57253571		83,1098064	60,1115811	94,5519147	45,2891365	
III		Po	1	60	49,3	184	39,7	144	399			102,927756	82,1428571	52,5827815	96,6442353	43,7980241			0,24908276	0,05352655	0,19415172	0,53796207		79,8101999	51,0895585	93,8998326	42,5542669	
III		Po	1	90	49,8	170	30,9	139	295			103,966597	75,8928571	40,9271523	93,2885906	32,3819978			0,22890562	0,04124343	0,18552871	0,39374799		72,9973465	39,3656746	89,7293873	31,1485401	
III		Po	1	120	51,5	163	26,5	137	238			107,515658	72,7678571	35,0993377	91,9463087	26,1251372			0,21038078	0,03420301	0,17682311	0,30718175		67,681172	32,6457918	85,5189939	24,298914	
III		Po	1	150	53,3	161	23,6	137	203			111,273486	71,875	31,2582781	91,9463087	22,2832053			0,2007818	0,02943137	0,17085159	0,25315966		64,5931051	28,0913982	82,6309229	20,0256197	
III		Po	1	180	57,9	164	22,5	142	192			120,876827	73,2142857	29,8013245	95,3020134	21,0757409			0,18827427	0,02583031	0,16301796	0,22041865		60,5693314	24,6542909	78,8422529	17,4357166	
III		Po	1	240	58,3	161	19,4	142	163			121,7119	71,875	25,6953642	95,3020134	17,8924259			0,18356209	0,02211866	0,16189949	0,18584237		59,0533877	21,1116286	78,3013112	14,7006381	
III		Po	1	300	61,3	162	18	144	148			127,974948	72,3214286	23,8410596	96,6442953	16,2458836			0,17566297	0,01951811	0,15614486	0,16048222		56,5121766	18,629474	75,5181361	12,6945812	
III		Po	1	360	64,3	163	17,3	146	151			134,237996	72,7678571	22,9139073	97,9865772	16,5751921			0,16850093	0,01788384	0,15092722	0,15609596		54,2080926	17,0696137	72,9946664	12,3476159	
III		Hepalbin-Rezirkulation - 15 % Albumin deligandisiert	Po	2	0	43,5	188	63,8	124	850			97,3154362	98,9473684	105,280528	96,124031	125			0,28727264	0,09748933	0,1894777	1,29883908		101,676951	108,184818	98,7757284	128,448276
III			Po	2	10	44,7	190	60,6	129	680			100	100	100	100	100			0,28253468	0,09011369	0,19182617	1,01117673		100	100	100	100
III	Po		2	20	43,4	179	54,3	125	576			97,0917226	94,2105263	89,6039604	96,8992248	84,7058824			0,27415046	0,08316408	0,19144585	0,88218249		97,0325006	92,28795	99,8017361	87,2431553	
III	Po		2	30	43,9	174	49,1	125	510			98,2102908	91,5789474	81,0231023	96,8992248	75			0,2635404	0,07434344	0,18926538	0,77220273		93,247812	82,4996053	98,6650421	76,3667426	
III	Po		2	45	44,7	168	42,3	126	428			101,342282	88,4210526	69,8019802	97,6744186	62,9411765			0,24651126	0,06206801	0,18488344	0,62801678		87,2499129	68,8774507	96,3807177	62,1075185	
III	Po		2	60	44,7	159	36,5	123	339			100	83,6842105	60,2310231	95,3488372	49,8529412			0,23643691	0,0542764	0,18290403	0,50410134		83,6842105	60,2310231	95,3488372	49,8529412	
III	Po		2	90	45,2	149	29,4	120	262			101,118568	78,4210526	48,5148515	93,0232558	38,5294118			0,21911571	0,04323491	0,17646903	0,38529071		77,5535631	47,9781828	91,9942375	38,1032015	
III	Po		2	120	47,4	147	25,5	122	209			106,040268	77,3684211	42,0792079	94,5736434	30,7352941			0,20614114	0,03575918	0,17108312	0,29308502		72,9613591	39,682291	89,1865371	28,9845495	
III	Po		2	150	49,9	147	22,5	125	180			111,63311	77,3684211	37,1287129	96,8992248	26,4705882			0,19581343	0,02997144	0,16650802	0,23977154		69,3059804	33,2595885	86,80151	23,7121301	
III	Po		2	180	50,7	142	20,9	121	159			113,422819	74,7368421	34,4884488	93,7984496	23,3823529			0,18616844	0,02740085	0,15863649	0,20845621		65,8922454	30,4069756	82,6980414	20,6152106	
III	Po		2	240	53	138	17,6	120	131			118,568233	72,6315789	29,0429043	93,0232558	19,2647059			0,17307283	0,02207306	0,15049811	0,16429377		61,2571996	24,4946759	78,4554629	16,2477802	
III	Po		2	300	55,9	142	17,1	125	126			125,055928	74,7368421	28,2178218	96,8992248	18,5294118			0,16885045	0,0203334	0,14863596	0,14982504		59,7627342	22,5641616	77,4847111	14,8168999	
III	Po		2	360	57,9	145	16,4	129	120			129,530201	76,3157895	27,0627063	100	17,6470588			0,166462	0,01882743	0,14809378	0,13776166		58,9173711	20,8929701	77,2020725	13,6238952	
III	Hepalbin-Rezirkulation - 15 % Albumin deligandisiert		Po	3	0	40,9	211	83,4	128	855			98,5542169	101,932367	111,148465	96,969697	114,919355			0,34291369	0,13554029	0,20802347	1,38953178		103,427707	112,981938	98,3922353	116,605213
III			Po	3	10	41,5	207	74,9	132	744			100	100	100	100	100			0,33154916	0,11996634	0,21142265	1,19165494		100	100	100	100
III		Po	3	20	43,5	196	63,7	132	609			104,819277	94,6859903	85,046729	100	81,8548387			0,29949701	0,09733653	0,20170207	0,93058		90,3326115	81,1365345	95,4022989	78,0913978	
III		Po	3	30	43,9	186	54,3	132	524			105,783133	89,8550725	72,4966622	100	70,4301075			0,28162688	0,08221688	0,19986424	0,79340046		84,9427223	68,5332912	94,5330296	66,5797144	
III		Po	3	45	43,5	176	46,7	129	433			104,819277	85,0241546	62,3497997	97,7272727	58,1989247			0,26893609	0,07135975	0,19711793	0,66164391		81,1149981	59,4831423	93,2340648	55,5231121	
III		Po	3	60	44,9	168	40,2	128	360			108,192771	81,1594203	53,6715621	96,969697	48,3870968			0,24870735	0,05951212	0,18949131	0,53294432		75,0137181	49,6073458	89,62678	44,7230404	
III		Po	3	90	46,4	159	31,6	127	280			111,807229	76,8115942	42,1895861	96,2121212	37,6344086			0,22777435	0,04526836	0,18193297	0,40111207		68,700025	37,7342203	86,0517894	33,6600853	
III		Po	3	120	47	153	26,2	127	215			113,253012	73,9130435	34,9799733	96,2121212	28,8978495			0,21638106	0,03705349	0,17961043	0,30406489		65,2636448	30,8865722	84,953256	25,5161862	
III		Po	3	150	49,4	151	23,1	128	187			119,036145	72,9468599	30,8411215	96,969697	25,1344086			0,20317753	0,03108213	0,17222996	0,25161721		61,2812689	25,9090393	81,4623973	21,1149384	
III		Po	3	180	50,2	147	21,6	125	161			120,963855	71,0144928	28,8384513	94,6969697	21,6397849			0,19464323	0,02860084	0,16551295	0,21318068		58,7072002	23,8405523	78,2853435	17,8894637	
III		Po	3	240	51,6	146	17,7	128	136			124,337349	70,531401	23,6315087	96,969697	18,2795699			0,1880703	0,02280076	0,16488682	0,17519225		56,725836	19,0059614	77,9891943	14,7015921	
III	Po	3	300	55,8	148	16,7	131	131			134,457831	71,4975845	22,2963952	99,2424242	17,6075269			0,17630036	0,01993335	0,15604964	0,15609494		53,1747269	16,5824445	73,8093929	13,0952307		
III	Po	3	360	57,1	149	16,2	133	126			137,590361	71,9807673	21,6288385	100,757576	16,9354839			0,17345061	0,01885839	0,15482504	0,1466736		52,3152026	15,7197337	73,20112	12,0682666		

ID	Information	Messpunkt	Versuch	Zeit [min]	Absolute Messwerte							Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)							AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)					Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)				
					Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [µmol/l]	Bilirubin direkt [µmol/l]	Bilirubin indirekt [µmol/l]	Gallen- säuren [µmol/l]	Octanoat [mmol/l]	ABIC [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen- säuren [%]	Octanoat [%]	ABIC [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen- säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen- säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]
III	Hepalbin-Rezirkulation - 2000 ml/h	Di	1	0	0	0	0	0	0			0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	1	10	159	0	0	0	0			100	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	1	20	99,9	0	0	0	0			62,8301887	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	1	30	72	0	0	0	0			45,2830189	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	1	45	103	1,5	0	0	0			64,7798742	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00096801	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	1	60	102	1,5	0	0	0			64,1509434	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,0009775	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	1	90	102	2	0	0	0			64,1509434	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00130333	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	1	120	102	1,3	0	0	0			64,1509434	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00084717	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	1	150	102	1,2	0	0	0			64,1509434	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,000782	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	1	180	102	1,3	0	0	0			64,1509434	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00084717	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	1	240	98,4	1	0	0	0			61,8867925	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00067551	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	1	300	101	1	0	0	0			63,5220126	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00065812	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	1	360	102	1	0	0	0			64,1509434	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00065167	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III	Hepalbin-Rezirkulation - 15 % Albumin deligandisiert	Di	2	0	0	0	0	0	0			0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	2	10	116	0	0	0	0			100	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	2	20	85,8	0	0	0	0			73,9655172	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	2	30	126	1,9	0	0	0			108,62069	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00100233	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	2	45	102	1,6	0	0	0			87,9310345	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00104267	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	2	60	114	1,7	0	0	0			98,2758621	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00099122	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	2	90	109	1,4	0	0	0			93,9655172	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00085374	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	2	120	109	1,2	0	0	0			93,9655172	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00073178	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	2	150	109	1,2	0	0	0			93,9655172	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00073178	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	2	180	108	1	0	0	0			90,1034483	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00061546	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	2	240	105	1	0	0	0			90,5172414	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00063305	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	2	300	107	1	0	0	0			92,2413793	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00062121	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	2	360	107	0	0	0	0			92,2413793	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00062121	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III	Hepalbin-Rezirkulation - 15 % Albumin deligandisiert	Di	3	0	0	0	0	0	0			0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	3	10	159	0	0	0	0			100	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	3	20	105	0	0	0	0			66,0377358	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	3	30	113	1,5	0	0	0			71,0691824	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00088235	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	3	45	113	2,4	0	0	0			71,0691824	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00141175	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	3	60	112	1,7	0	0	0			70,4402516	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00100892	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	3	90	134	2	0	0	0			84,2767296	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00099209	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	3	120	115	1,5	0	0	0			72,327044	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,000867	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	3	150	105	1,2	0	0	0			66,0377358	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00075966	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	3	180	107	1,3	0	0	0			67,2955975	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00080758	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	3	240	104	1,2	0	0	0			65,408805	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00076696	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	3	300	109	1,1	0	0	0			68,5534591	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,0006708	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
III		Di	3	360	104	1,2	0	0	0			65,408805	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00076696	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	

Tabelle A11: Versuch: Hepalbin-Rezirkulation - 15 % Albumin deligandisiert - 2000 ml/h
Messpunkt: Dialysat input (D_i)

ID	Information	Messpunkt	Versuch	Absolute Messwerte							Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)							AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)							Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)							Filtrationskonzentration (ΔD = D ₀ - D _i)				
				Zeit [min]	Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [μmol/l]	Bilirubin direkt [μmol/l]	Bilirubin indirekt [μmol/l]	Gallen-säuren [μmol/l]	Octanoat [mmol/l]	ABIC [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen-säuren [%]	Octanoat [%]	ABIC [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen-säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen-säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]	Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [μmol/l]	Bilirubin direkt [μmol/l]	Bilirubin indirekt [μmol/l]	Gallen-säuren [μmol/l]			
III	Hepalbin-Rezirkulation - 15 % Albumin deligandisiert - 2000 ml/h	III	Do	1	0	0,88	1,9	0	5			4,59459459	37,254902	37,254902	#DIV/0!	13,2978723			0,185725	0,185725	0	0,48875		810,841984	810,841984	#DIV/0!		289,42428	0,68	1,9	1,9	0	5			
				Do	1	10	14,8	5,1	0	37,6		100	100	100	#DIV/0!	100			0,0229052	0,0229052	0	0,16886973		100	100	#DIV/0!		144,2	5,1	5,1	0	37,6				
				Do	1	20	121	40,5	30,5	10	123	817,567568	794,117647	598,039216	#DIV/0!	327,12766			0,02224822	0,01675483	0,00549339	0,06755688		97,1317453	73,1485983	#DIV/0!		40,0123088	21,1	40,5	30,5	10	123			
				Do	1	30	80	29,7	22,1	7,6	124	540,540541	582,352941	433,333333	#DIV/0!	329,787234			0,02467699	0,01836234	0,00631465	0,1030285		107,735294	80,1666667	#DIV/0!		61,0106383	8	29,7	22,1	7,6	124			
				Do	1	45	111	25,7	18,6	7,1	58,2	750	503,921569	364,705882	#DIV/0!	154,787234			0,0153899	0,01113822	0,00425168	0,03485184		67,1894525	48,627451	#DIV/0!		20,6382979	8	24,2	18,6	7,1	58,2			
				Do	1	60	92,4	17,4	12,6	4,8	49	624,324324	341,176471	247,058824	#DIV/0!	130,319149			0,01251708	0,00906409	0,00345299	0,03524924		54,6473135	39,5721925	#DIV/0!		20,8736299	-9,6	15,9	12,6	4,8	49			
				Do	1	90	96,9	10,6	7,7	2,9	22,1	654,72973	207,843137	150,980392	#DIV/0!	58,7765957			0,00727123	0,00528193	0,0019595	0,01515982		31,7448755	23,0596957	#DIV/0!		8,9722031	-5,1	8,6	7,7	2,9	22,1			
				Do	1	120	99	7,5	5,3	2,2	14,3	668,918919	147,058824	103,921569	#DIV/0!	38,0319149			0,00503561	0,00355849	0,00147711	0,00960122		21,9845514	15,5357497	#DIV/0!		5,6855792	-3	6,2	5,3	2,2	14,3			
				Do	1	150	110	5,9	3,9	2	9,7	743,242424	115,686275	76,4705882	#DIV/0!	25,7978723			0,00356521	0,00235666	0,00120855	0,00586145		15,5650624	10,2887701	#DIV/0!		3,47098646	8	4,7	3,9	2	9,7			
				Do	1	180	104	4,7	3	1,7	8,2	702,702703	92,1568627	58,8235294	#DIV/0!	21,8085106			0,00300393	0,00191974	0,00108653	0,0052409		13,1146305	8,37104072	#DIV/0!		3,10351882	2	3,4	3	1,7	8,2			
III	Hepalbin-Rezirkulation - 15 % Albumin deligandisiert - 2000 ml/h	III	Do	1	240	107	3,7	2,4	1,3	6,8		722,972973	72,5490196	47,0588235	#DIV/0!	18,0851064			0,0022985	0,00149092	0,00080758	0,00422426		10,0348177	6,50907092	#DIV/0!		2,50149135	8,6	2,7	2,4	1,3	6,8			
				Do	1	300	104	3,4	2	1,4	5,8	702,702703	66,6666667	39,2156863	#DIV/0!	15,4255319			0,00217306	0,00127827	0,00089479	0,00370698		9,48717949	5,58069382	#DIV/0!		2,19517185	3	2,4	2	1,4	5,8			
				Do	1	360	105	2,7	1,6	1,1	5	709,459459	52,9411765	31,372549	#DIV/0!	13,2978723			0,00170923	0,00101288	0,00069635	0,00316524		7,46218487	4,42203548	#DIV/0!		1,87436677	3	1,7	1,6	1,1	5			
				Do	2	0	0,46	1,9	0	7,9		0,38333333	4,7029703	6,08974359	0	7,74509804			0,27455	0,27455	0	1,14155		1226,86182	1588,62876	0	2020,46036	0,46	1,9	1,9	0	7,9				
				Do	2	10	120	40,4	31,2	9,2	102	100	100	100	100	100				0,02237823	0,0172822	0,00509603	0,0564995		100	100	100	100	100	4	40,4	31,2	9,2	102		
				Do	2	20	99	34,9	26,5	8,4	119	82,5	86,3861386	84,9359874	91,3043478	116,666667				0,02343235	0,01779247	0,00563988	0,07989628		104,710471	102,952603	110,671937	141,414141	13,2	34,9	26,5	8,4	119			
				Do	2	30	102	30,1	22,5	7,6	85,3	85	74,5049505	72,1153946	82,6089957	83,627451				0,01861517	0,01494625	0,00495287	0,08558717		87,6528929	84,841629	97,1897008	98,3852394	-24	28,2	22,5	7,6	85,3			
				Do	2	45	108	21,7	16,2	5,5	55,6	90	53,7128713	51,9230769	59,7826087	54,5098039				0,01335555	0,0090705	0,00338505	0,03421974		59,6809681	57,6923077	66,4251208	60,5664488	6	20,1	16,2	5,5	55,6			
				Do	2	60	111	17,7	12,6	5,5	36,2	92,5	43,8188812	40,3846154	59,7826087	35,4901961				0,01059927	0,00754524	0,00329356	0,0216776		47,3641959	43,6590437	64,6298472	38,3677795	-3	16	12,6	5,5	36,2			
				Do	2	90	109	10,5	7,8	2,7	20,7	90,8333333	25,990099	25	29,3478261	20,2941176				0,00640307	0,00475657	0,0016465	0,0126232		28,612953	27,5229358	32,3095333	22,3421479	0	9,1	7,8	2,7	20,7			
III	Hepalbin-Rezirkulation - 15 % Albumin deligandisiert - 2000 ml/h	III	Do	2	120	105	7,1	4,9	2,2	13,1		87,5	17,5742574	15,7051282	23,9130435	12,8431373				0,00449464	0,00310193	0,0013927	0,00829292		20,0848656	17,9487179	27,3291925	14,6778711	-4	5,9	4,9	2,2	13,1			
				Do	2	150	109	5,6	3,9	1,7	9,6	90,8333333	13,8613861	12,5	18,4782609	9,41176471				0,00341497	0,00237828	0,00133669	0,00565424		15,2602616	13,7614679	20,3430395	10,3615798	0	4,4	3,9	1,7	9,6			
				Do	2	180	104	4,4	3,1	1,3	7,9	86,6666667	10,8910891	9,93589744	14,1304348	7,74509804				0,00281219	0,00198132	0,00083088	0,00504916		12,5666413	11,4544497	16,3043478	8,93656158	-4	3,4	3,1	1,3	7,9			
				Do	2	240	106	3,7	2,3	1,4	6,6	88,3333333	9,15841584	7,37179487	15,2173913	6,47058824				0,00232018	0,00144227	0,00087791	0,0041387		10,3680179	8,34542816	17,2272354	7,32519423	1	2,7	2,3	1,4	6,6			
				Do	2	300	101	2,9	1,9	1	5,7	84,1666667	7,17821782	6,08974359	10,8695652	5,58823529				0,00190854	0,00125043	0,00065812	0,00375128		8,52857563	7,23533892	12,9143349	6,63948748	-6	1,9	1,9	1	5,7			
				Do	2	360	97,8	2,4	1,4	1	5	81,5	5,94059406	4,48717949	10,8695652	4,90196078				0,00163117	0,00095151	0,00067965	0,00339826		7,28907247	5,5057417	13,3368898	6,01467581	-9,2	2,4	1,4	1	5			
				Do	3	0	0,47	1,9	1,9	0	5,8		0,96114519	14,1791045	19	0	8,4057971				0,26870851	0,26870851	0	0,82026809		1475,23023	1976,80851	0	874,560592	0,47	1,9	1,9	0	5,8		
				Do	3	10	48,9	13,4	10	3,4	69	100	100	100	100	100				0,01821468	0,01359305	0,00462164	0,09379202		100	100	100	100	-110,1	13,4	10	3,4	69			
				Do	3	20	115	42,4	32	10,4	128	235,173824	316,41791	320	305,882353	185,507246				0,0245072	0,018496	0,0060112	0,073984		134,546398	136,069565	130,066496	78,8809074	10	42,4	32	10,4	128			
				Do	3	30	93	34,2	25,5	8,7	113	190,184049	255,223881	255	255,882353	163,768116				0,02444381	0,01822565	0,00621816	0,08076462		134,198363	134,080645	134,544592	86,1103319	-20	32,7	25,5	8,7	113			
III	Hepalbin-Rezirkulation - 15 % Albumin deligandisiert - 2000 ml/h	III	Do	3	45	114	27,8	20,6	7,2	64,5		233,128834	207,462687	206	211,764706	93,4782609				0,01620935	0,01201125	0,00419811	0,03760803		88,9905734	88,3631579	90,8359133	40,097254	1	25,4	20,6	7,2	64,5			
				Do	3	60	104	20,1	14,7	5,4	47,2	212,678937	150	147	158,823529	68,4057971				0,01284961	0,00839528	0,00345133	0,03016715		70,5286462	69,1162692	74,6776018	32,1638796	-8	18,4	14,7	5,4	47,2			
				Do	3	90	104	14	9,9	4,1	30,4	212,678937	104,477612	99	120,588235	44,057971				0,00894788	0,00632743	0,00262045	0,01942969		49,1245095	46,5400385	56,6996606	20,7157191	-10	12	9,9	4,1	30,4			
				Do	3	120	105	8,8	6,4	2,4	15,5	214,723926	65,6716418	64	70,5882353	22,4637681				0,00567082	0,0040515	0,00151931	0,00981224		30,5842217	29,8057143	32,8739496	10,4616977	-30	7,3	6,4	2,4	15,5			
		Do	3	150	103	6,7	4,4	2,3	11,5	210,633947	50	44	64,705882	16,6666667				0,00432978	0,0028395	0,00148428	0,00742141		23,7378641	20,8892024	32,1552331	7,9128136	-2	5,5	4,4	2,3	11,5					
Do	3	180	105	5,2	3,3	1,9	8,7	214,723926	38,8059701	33	55,882359	12,6086957				0,00329185	0,00208908	0,00120279	0,00505751		10,8749497	15,3685714	22,0920110	5,87420469	-2	3,9	3,3	1,9	8,7							
Do	3	240	106	2,6	1,5	0,8	5,4	210,633947	19,8507463	9	42,608696	8,4057971				0,00258136	0,00167406	0,00092003	0,00419471		9,17105892	12,4346899	12,4346899	6,4742581	-12	0,8	0,8	0,8	5,4							
Do	3	300	101	3,3	2	1,3	5,9	206,543967	24,6086657	20	38,3252941	8,5507244				0,00217179	0,0013624	0,00085555	0,00308329		11,9233043	8,6381682	16,1151934	4,13905929	-8	2,2	2	1,3	5,9							
Do	3	360	96,9	2,7	1,6	1,1	5	198,159509	20,1492537	16	32,3259412	7,24637884				0,00185211	0,00109754	0,00075456	0,00342982		10,681993	8,7403041	16,3267164	3,5680431	-7,1	1,5	1,5	1,1	5							

ID	Information	Messpunkt	Versuch	Zeit [min]	Absolute Messwerte						Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)						AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)						Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)								
					Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [µmol/l]	Bilirubin direkt [µmol/l]	Bilirubin indirekt [µmol/l]	Gallen-säuren [µmol/l]	Octanoat [mmol/l]	AB/C [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen-säuren [%]	Octanoat [%]	AB/C [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen-säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen-säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]			
IV	Hepalbin-Rezirkulation - 2000 ml/h	Pi	1	0	40,7	221	86,2	135	736		56	96,2174941	103,755869	118,406593	96,4285714	100,546448		112	0,36093047	0,14077921	0,22047789	1,20201278	107,834723	123,061398	100,219375	104,499134					
IV		Pi	1	10	42,3	213	72,8	140	732	1,162	50	100	100	100	100	100	100	100	100	0,33470709	0,11439754	0,21999527	1,15026099	1,82596076	100	100	100	100	100	100	100
IV		Pi	1	20	45	206	63,1	143	648	0,965		106,382979	96,713615	86,6758242	102,142857	88,5245902	83,0464716		100	0,30428489	0,09320571	0,21122689	1,42541222	90,9107981	81,4752747	96,0142857	83,2131148	78,0636833			
IV		Pi	1	30	44,6	196	55,4	141	564	0,851	51	105,437352	92,0187793	76,0989011	100,714286	77,0491803	73,2358003		102	0,29211031	0,08256587	0,21014058	0,84056233	87,2734163	72,1745183	95,5204997	73,0757921	69,4590662			
IV		Pi	1	45	44,7	189	48,4	141	472			105,673759	88,7329844	66,4835165	100,714286	64,4808743			104	0,28104765	0,07197199	0,20967047	0,70187562	83,9682239	62,9139317	95,3088073	61,018814				
IV		Pi	1	60	44,7	182	42,2	140	377	0,433	52	105,673759	85,4463004	57,967033		51,5027322	37,2633391		104	0,27063848	0,06271594	0,20818345	0,56060826	84,6388166	60,8583042	54,854709	84,6308725	48,7374849	35,2626229		
IV		Pi	1	90	46,6	170	33,9	136	286	0,337	59	110,165485	79,8122066	46,5659341	97,1428571	39,0710383	29,01071212	118	0,24248712	0,04835479	0,1939897	0,40794893	0,4809506	72,4475609	42,2690775	84,1790313	35,4657708	26,3255967			
IV		Pi	1	120	47,3	169	29,7	140	229	0,468		111,820331	79,342723	40,7967033	100	31,284153	40,2753873			0,23748323	0,04173698	0,19673996	0,32181036	65,767357	70,955643	36,4841554	89,4291755	27,9771601	36,0179467		
IV		Pi	1	150	49,8	164	24,3	140	188		63	117,730496	76,9953052	33,3791209	100	25,6830601		126	0,21889719	0,03243416	0,18686345	0,25093092	65,3996267	28,3521448	84,939759	21,8151294					
IV		Pi	1	180	50,8	164	22,1	143	166	0,313	67	120,094563	76,9953052	30,3571429	102,142857	22,6775956	26,9363167		134	0,21458819	0,02891707	0,18711043	0,21720512	64,1122324	25,2776997	85,0520247	18,883116	22,4292558			
IV		Pi	1	240	53,3	162	19,4	143	136		64	126,004728	76,056338	26,6483516	102,142857	18,579235		128	0,20202889	0,02419358	0,17833415	0,1696045	60,359908	21,1486918	81,0627178	14,7448713					
IV		Pi	1	300	55,5	162	17,5	145	125	0,473	71	131,205674	76,056338	24,0384615	103,571429	17,0765027	40,7056799		142	0,19402054	0,02095901	0,17366036	0,14970721	57,967263	18,3212058	78,9382329	13,0150642	31,024329			
IV		Pi	1	360	58	164	16,3	148	117	0,552	71	137,115839	76,9953052	22,3901099	105,714286	15,9836066	47,5043029		142	0,18794966	0,01868630	0,1696131	0,13408603	63,621103	56,1534726	16,3293388	77,0985222	11,6570096	34,6453795		
IV	Hepalbin-Rezirkulation - 7 % Albumin deligandisiert	Pi	2	0	45,2	250	92,4	158	827		54	108,393285	114,678899	129,957806	107,482993	112,978142		108	0,36764381	0,13588115	0,23235088	1,21616571	105,798896	119,894701	99,1601951	104,229835					
IV		Pi	2	10	41,7	218	71,1	147	732	1,698	50	100	100	100	100	100	100	100	100	0,34749305	0,11333374	0,23431871	1,16681151	2,70662014	100	100	100	100	100	100	100
IV		Pi	2	20	43,5	208	60,7	147	636	1,588		104,316547	95,412844	85,3727145	100	86,8852459	93,5217903		100	0,31783356	0,09275239	0,22462276	0,97183724	2,42653701	91,4647264	81,8400504	95,862069	83,2899943	89,6519232		
IV		Pi	2	30	43,8	199	54,5	145	564	0,947	50	105,035971	91,2844037	76,652602	98,6394558	77,0491803	55,7714959		100	0,3019984	0,08270811	0,22004909	0,85591507	1,43714817	86,9077542	72,9774772	93,9101668	73,3550415	53,09752		
IV		Pi	2	45	44,2	192	46,7	145	472	0,917		105,995204	88,0733945	65,6821378	98,6394558	64,4808743	54,0047114			0,28873846	0,07022962	0,21805769	0,70981538	1,37902692	83,0918677	61,9670948	93,060301	60,833766	50,9501463		
IV		Pi	2	60	45,2	183	41,3	142	376	0,882	53	108,393285	83,949541	58,0872011	96,5986395	51,3661202	51,9434629		106	0,26911527	0,06073476	0,20882168	0,55293628	1,29704735	77,4447918	53,5892984	89,1186653	47,3886552	47,9212921		
IV		Pi	2	90	46,1	173	33,2	140	287	0,531	56	110,551559	79,3577982	46,6947961	95,2380952	39,2076503	31,2720848		112	0,24944273	0,04786993	0,20186117	0,4138154	0,76563059	71,7835181	42,2380259	86,1481252	35,4654884	28,2873305		
IV		Pi	2	120	47,8	166	27,7	138	230	0,586		114,628297	76,146789	38,9592124	93,877551	31,420785	34,5111896		130	0,23083724	0,03851923	0,19190084	0,31983473	0,81488326	66,4293117	33,98743	81,8973615	27,4110021	30,107042		
IV		Pi	2	150	48,5	162	24,3	138	192		60	116,306954	74,3119266	34,1772152	93,877551	26,2295082		120	0,22202351	0,03303053	0,18913113	0,26313897	83,6929348	29,3853582	80,7153377	22,5519689					
IV		Pi	2	180	49,8	159	22,2	137	171	0,526	65	119,42446	72,9357798	31,2236287	93,1972789	23,3606557	30,9776207		130	0,21222349	0,0296312	0,18285924	0,22824036	0,70207269	61,0727313	26,1450867	78,0368654	19,561031	25,9390921		
IV		Pi	2	240	53,1	159	18,6	140	144		62	127,338129	72,9357798	26,1603376	95,2380952	19,6721311		124	0,19903446	0,02328328	0,17525047	0,18025763	57,2772508	20,5439939	74,7914985	15,4487358					
IV		Pi	2	300	55,5	160	17,6	142	132	0,498		133,093525	73,3944954	24,7538678	96,5986395	18,0327869	29,3286219		140	0,19162523	0,02107877	0,17006739	0,15809081	0,59643351	55,1450533	18,598852	72,5795183	13,5489588	22,0360997		
IV		Pi	2	360	58,8	163	16,6	146	129	0,664	70	141,007194	74,7706422	23,347398	99,3197279	17,6229508	39,1048292		140	0,18426207	0,01876534	0,16504456	0,14582704	0,75061361	53,0261187	16,5575935	70,4359295	12,497909	27,7325064		
IV	Hepalbin-Rezirkulation - 7 % Albumin deligandisiert	Pi	3	0	46,3	264	97,2	167	845		52,2	104,988662	116,814159	133,700138	108,441558	116,712707		104,609218	0,37900821	0,13954393	0,2397514	1,21311339	111,263594	127,347215	103,288828	111,166963					
IV		Pi	3	10	44,1	226	72,7	154	724	1,575	49,9	100	100	100	100	100	100	100	100	0,34063991	0,10957753	0,23211746	1,09125351	2,37392857	100	100	100	100	100	100	100
IV		Pi	3	20	44,1	213	62,1	151	620	1,201		100	94,2477876	85,4195323	98,0519481	85,6353591	76,2539683		100	0,32104558	0,09360061	0,22759569	0,93449887	1,81021474	94,2477876	85,4195323	98,0519481	85,6353591	76,2539683		
IV		Pi	3	30	44,9	206	55,1	151	548	1,186	51,1	101,814059	91,1504425	75,7909216	98,0519481	75,6906077	75,3015873		102,40481	0,30496258	0,08157009	0,22354053	0,81125969	1,75575546	89,5263811	74,4405266	96,30492	74,342	73,9599109		
IV		Pi	3	45	45	196	47,4	149	449	0,94		102,040816	86,7256637	65,1994498	96,7532468	62,0165746	59,6825397			0,28951378	0,07001507	0,22008956	0,66322289	1,38848444	84,9911504	63,8954608	94,8181818	60,7762431	58,4888889		
IV		Pi	3	60	44,9	190	42	148	342	0,603	57,8	101,814059	84,0707965	57,7716644	96,1038961	47,2375691	38,2857143		115,831663	0,28127714	0,06217684	0,21909933	0,5062971	0,89268174	82,5728758	56,7423251	94,3915772	46,3959197	37,6035635		
IV		Pi	3	90	46,7	179	33	146	270	0,565	61	105,895692	79,2035398	45,392022	94,8051948	37,2928177	35,8730159		122,244489	0,25477794	0,04697024	0,20780771	0,38430193	0,80418737	74,7939209	42,8648431	98,5269613	35,216558	33,875803		
IV		Pi	3	120	47,8	171	27,4	144	219	0,495		108,390023	75,6637168	37,6891334	93,5064935																

		Absolute Messwerte										Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)										AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)										Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)									
ID	Information	Messpunkt	Versuch	Zeit [min]	Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [μmol/l]	Bilirubin direkt [μmol/l]	Bilirubin indirekt [μmol/l]	Gallen-säuren [μmol/l]	Octanoat [mmol/l]	AB/C [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen-säuren [%]	Octanoat [%]	AB/C [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen-säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen-säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen-säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]								
IV	Hepalbin-Rezirkulation - 7 % Albumin deligandisiert - 2000 ml/h	Po	1	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
IV		Po	1	10	41,7	202	64,2	138	657			100	100	100	100	100			0,32198897	0,10233511	0,21997266	1,04726115		100	100	100	100		100	100	100	100		100	100	100	100				
IV		Po	1	20	43,8	200	56,6	143	573			105,035971	99,009901	88,1619938	103,623188	87,2146119			0,30351598	0,08589502	0,21701393	0,86957329		94,2628509	83,9350489	98,6549533	83,0330894		94,2628509	83,9350489	98,6549533	83,0330894		94,2628509	83,9350489	98,6549533	83,0330894				
IV		Po	1	30	43,9	195	52,4	143	532			105,275779	96,5346535	81,6199377	103,623188	80,9741248			0,29525399	0,07934005	0,21651959	0,80551344		91,696926	77,5296447	98,4302268	76,916196		91,696926	77,5296447	98,4302268	76,916196		91,696926	77,5296447	98,4302268	76,916196				
IV		Po	1	45	45	185	44,6	140	436			107,913669	91,5841584	69,470405	101,449275	66,3622527			0,27326556	0,06587916	0,20679556	0,64402044		84,8679868	64,3759086	94,0096618	61,495887		84,8679868	64,3759086	94,0096618	61,495887		84,8679868	64,3759086	94,0096618	61,495887				
IV		Po	1	60	44,6	179	40	139	339			106,954436	88,6138614	62,305296	100,724638	51,5981735			0,26677422	0,05961435	0,20715997	0,50523161		82,8519735	58,2540547	94,1752778	48,2431353		82,8519735	58,2540547	94,1752778	48,2431353		82,8519735	58,2540547	94,1752778	48,2431353				
IV		Po	1	90	46,3	172	32,6	139	265			111,031175	85,1485149	50,7789162	100,724638	40,3348564			0,24692959	0,04680177	0,19955356	0,38044384		76,6883352	45,7338366	90,7174383	36,3275048		76,6883352	45,7338366	90,7174383	36,3275048		76,6883352	45,7338366	90,7174383	36,3275048				
IV		Po	1	120	48,4	167	27,5	140	205			116,067146	82,6732673	42,834891	101,449275	31,2024363			0,22934897	0,03776705	0,1922686	0,28153616		71,2288274	36,9052676	87,4056773	26,8830899		71,2288274	36,9052676	87,4056773	26,8830899		71,2288274	36,9052676	87,4056773	26,8830899				
IV		Po	1	150	49	162	23,8	138	174			117,505995	80,1980198	37,0716511	100	26,4840183			0,21975796	0,03228543	0,18720122	0,23603633		68,2501515	31,5487316	85,1020408	22,53844		68,2501515	31,5487316	85,1020408	22,53844		68,2501515	31,5487316	85,1020408	22,53844				
IV		Po	1	180	50	164	21,8	142	154			119,904077	81,1881188	33,9563863	102,898551	23,4398782			0,2180216	0,02898092	0,1887748	0,20472776		67,7108911	28,3196262	85,8173913	19,5488584		67,7108911	28,3196262	85,8173913	19,5488584		67,7108911	28,3196262	85,8173913	19,5488584				
IV		Po	1	240	52,1	160	18,6	141	129			124,940048	79,2079208	28,9719626	102,173913	19,6347032			0,20413052	0,02373017	0,17989002	0,16458023		63,3967427	23,1886918	81,7783527	15,7152999		63,3967427	23,1886918	81,7783527	15,7152999		63,3967427	23,1886918	81,7783527	15,7152999				
IV		Po	1	300	54,4	163	17,2	146	118			130,455635	80,6930693	26,7912773	105,797101	17,9604262			0,19916563	0,02101625	0,17839375	0,14418125		61,8547976	20,536696	81,0981458	13,767459		61,8547976	20,536696	81,0981458	13,767459		61,8547976	20,536696	81,0981458	13,767459				
IV		Po	1	360	58,7	165	16,1	149	113			140,767386	81,6831683	25,0778816	107,971014	17,1939312			0,18684072	0,01823112	0,16872283	0,12795758		58,0270548	17,815122	76,7017258	12,2183068		58,0270548	17,815122	76,7017258	12,2183068		58,0270548	17,815122	76,7017258	12,2183068				
IV	Hepalbin-Rezirkulation - 7 % Albumin deligandisiert - 2000 ml/h	Po	2	0	22,6	102	38,5	63,5	454			51,8348624	48,8038278	59,2307692	44,0972222	65,6069364			0,29999735	0,11323429	0,18676305	1,3352823		94,1525173	114,26821	85,0725172	126,569134		94,1525173	114,26821	85,0725172	126,569134		94,1525173	114,26821	85,0725172	126,569134				
IV		Po	2	10	43,6	209	65	144	692			100	100	100	100	100			0,31862913	0,09909518	0,21953394	1,05498257		100	100	100	100		100	100	100	100		100	100	100	100				
IV		Po	2	20	44,8	204	56,6	147	573			102,752294	97,6076555	87,0769231	102,083333	82,8034682			0,30267589	0,08397772	0,21810469	0,85016317		94,9931647	84,7445055	99,3489583	80,5855182		94,9931647	84,7445055	99,3489583	80,5855182		94,9931647	84,7445055	99,3489583	80,5855182				
IV		Po	2	30	44,4	194	52	142	529			101,834862	92,8229665	80	98,6111111	76,4450867			0,29043198	0,07784775	0,21258423	0,79195113		91,1504806	78,5585586	96,8343343	75,0676978		91,1504806	78,5585586	96,8343343	75,0676978		91,1504806	78,5585586	96,8343343	75,0676978				
IV		Po	2	45	45	188	44,3	144	436			103,211009	89,9521531	68,1538462	100	63,0057803			0,27769689	0,06543602	0,212704	0,64402044		87,1536417	66,0335043	96,8888889	61,0456005		87,1536417	66,0335043	96,8888889	61,0456005		87,1536417	66,0335043	96,8888889	61,0456005				
IV		Po	2	60	45,2	183	39,6	143	345			103,669725	87,5598086	60,9230769	99,3055556	49,8554913			0,26911527	0,05823478	0,21029226	0,50734845		84,4603464	58,7665078	95,7903147	48,9096952		84,4603464	58,7665078	95,7903147	48,9096952		84,4603464	58,7665078	95,7903147	48,9096952				
IV		Po	2	90	46,3	172	31,9	140	264			106,192661	82,2966507	49,0769231	97,2222222	38,150289			0,24692959	0,04579683	0,2009892	0,37900821		77,497494	46,2149859	91,5526758	35,9255421		77,497494	46,2149859	91,5526758	35,9255421		77,497494	46,2149859	91,5526758	35,9255421				
IV		Po	2	120	48,7	170	27,6	142	210			111,697248	81,3397129	42,4615385	98,6111111	30,3468208			0,2320308	0,03767088	0,19381396	0,28662628		72,821591	38,0148476	88,2842802	27,168817		72,821591	38,0148476	88,2842802	27,168817		72,821591	38,0148476	88,2842802	27,168817				
IV		Po	2	150	47,7	160	23,2	137	181			109,40367	76,550239	35,6923077	95,1388889	26,1560694			0,22296017	0,03232922	0,19090964	0,25222369		69,9748227	32,6244154	86,9613324	23,9078538		69,9748227	32,6244154	86,9613324	23,9078538		69,9748227	32,6244154	86,9613324	23,9078538				
IV		Po	2	180	50,8	161	21,7	139	163			116,513761	77,0334928	33,3846154	96,5277778	23,5549133			0,2106628	0,02839368	0,18187657	0,21327972		66,11536	28,6529376	82,8466754	20,2164216		66,11536	28,6529376	82,8466754	20,2164216		66,11536	28,6529376	82,8466754	20,2164216				
IV		Po	2	240	55,7	166	19	147	143			127,752294	79,4258373	29,2307692	102,083333	20,6647399			0,19809731	0,02267379	0,17542352	0,17065009		62,1717506	22,8808176	79,9072412	16,1756312		62,1717506	22,8808176	79,9072412	16,1756312		62,1717506	22,8808176	79,9072412	16,1756312				
IV		Po	2	300	55,1	160	16,9	143	128			126,376147	76,550239	26	99,3055556	18,4971098			0,19301633	0,02038735	0,17250835	0,15441307		60,5771151	20,5735027	78,5793507	14,6365515		60,5771151	20,5735027	78,5793507	14,6365515		60,5771151	20,5735027	78,5793507	14,6365515				
IV		Po	2	360	58,9	161	16	145	126			135,091743	77,0334928	24,6153846	100,694444	18,2080925			0,18169219	0,01805637	0,16363582	0,14219389		57,0230949	18,2212355	74,5378231	13,4783163		57,0230949	18,2212355	74,5378231	13,4783163		57,0230949	18,2212355	74,5378231	13,4783163				
IV	Hepalbin-Rezirkulation - 7 % Albumin deligandisiert - 2000 ml/h	Po	3	0	38,3	195	60,6	134	770			86,4559819	89,4495413	93,6630603	87,5816993	120,3125			0,33842428	0,10517185	0,23255822	1,33634204		103,462524	108,336125	101,30207	139,160411		103,462524	108,336125	101,30207	139,160411		103,462524	108,336125	101,30207	139,160411				
IV		Po	3	10	44,3	218	64,7	153	640			100	100	100	100	td																									

ID	Information	Messpunkt	Versuch	Zeit [min]	Absolute Messwerte							Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)							AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)					Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)				
					Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [µmol/l]	Bilirubin direkt [µmol/l]	Bilirubin indirekt [µmol/l]	Gallen- säuren [µmol/l]	Octanoat [mmol/l]	ABIC [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen- säuren [%]	Octanoat [%]	ABIC [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen- säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen- säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]
IV	Hepalbin-Rezirkulation - 2000 ml/h	Di	1	0	0	0	0	0	0			0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	1	10	102							100	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	1	20	67,5							66,1764706	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	1	30	46,3							45,3821569	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	1	45	62,1							60,8823529	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	1	60	59,4							58,2352941	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	1	90	61,5							60,2941176	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	1	120	56,7							55,5882353	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	1	150	54,3							53,2352941	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	1	180	56,2							55,0980392	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	1	240	74,1							72,6470588	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	1	300	57,3							56,1764706	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	1	360	56,7							55,5882353	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV	Hepalbin-Rezirkulation - 7 % Albumin deligandisiert	Di	2	0	0	0	0	0	0			0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	2	10	95,8							100	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	2	20	56,1							58,559499	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	2	30	45							46,9728601	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	2	45	49,8							51,9832985	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	2	60	61,5							64,1962422	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	2	90	57,9							60,4384134	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	2	120	55,5							57,9331942	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	2	150	54,9							57,3068894	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	2	180	54,9							57,3068894	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	2	240	75,6							78,914405	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	2	300	52,5							54,8016701	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	2	360	52,1							54,3841336	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV	Hepalbin-Rezirkulation - 7 % Albumin deligandisiert	Di	3	0	0	0	0	0	0			0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	3	10	81,9							100	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	3	20	42,6							52,014652	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	3	30	65,1							79,4871795	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	3	45	48							58,6080586	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	3	60	60,7							74,1147741	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	3	90	57							69,5970696	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	3	120	55,8							68,1318681	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	3	150	55,8							68,1318681	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	3	180	54,7							66,7887668	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	3	240	53,1							64,8351648	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	3	300	55							67,1550672	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
IV		Di	3	360	55							67,1550672	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	

Tabelle A15: Versuch: Hepalbin-Rezirkulation - 7 % Albumin deligandisiert - 2000 ml/h
Messpunkt: Dialysat input (Di)

ID		Information	Absolute Messwerte										Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)										AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)										Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)										Filtrationskonzentration (ΔD = D ₀ - D _i)			
			Zeit [min]	Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [μmol/l]	Bilirubin direkt [μmol/l]	Bilirubin indirekt [μmol/l]	Gallen-säuren [μmol/l]	Octanoat [mmol/l]	ABIC [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen-säuren [%]	Octanoat [%]	ABIC [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen-säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen-säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]	Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [μmol/l]	Bilirubin direkt [μmol/l]	Bilirubin indirekt [μmol/l]	Gallen-säuren [μmol/l]														
IV	Do	1	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0			0,0216414	0,02782465	0	0,41273233		100	100	100			0	0	0	0	0															
		10	4,3	1,4	1,8	0	26,7			100	100	100	100				0,03525978	0,02779327	0,00746551	0,10703559		162,922699	99,887235	#DIV/0!	25,9334154	6,4	39,2	30,9	8,3	119																
		20	39,2	30,9	8,3	119			1718,60465	2800	1716,66667	#DIV/0!	445,692884				0,03969989	0,03441871	0,00528118	0,21853151		183,444227	123,69863	#DIV/0!	52,9475142	-9,8	21,8	18,9	2,9	120																
		30	36,5	21,8	18,9	2,9	120			848,837209	1557,14286	1050					0,02644505	0,02154404	0,00490101	0,07453625		122,196621	77,4278887	#DIV/0!	18,0592232	3	25,9	21,1	4,8	73																
		45	65,1	25,9	21,1	4,8	73			1513,95349	1850	1172,22222	#DIV/0!	273,40824			0,02163862	0,01817165	0,00346696	0,06647		99,9871531	65,3077538	#DIV/0!	16,1048689	-3,8	18,1	15,2	2,9	55,6																
		60	55,6	18,1	15,2	2,9	55,6			1404,65116	892,857143	572,222222	#DIV/0!	117,228464			0,01375621	0,01133512	0,00242109	0,03444555		63,564333	40,7376748	#DIV/0!	8,34573505	-1,1	12,5	10,3	2,2	31,3																
		90	60,4	12,5	10,3	2,2	31,3			1446,51163	642,857143	400	#DIV/0!	72,2846442			0,00961785	0,00769428	0,00192357	0,02052494		44,4418925	27,6527331	#DIV/0!	4,99716994	5,5	9	7,2	1,8	19,3																
		120	57,6	6,3	5,1	1,2	14,4			1339,53488	450	283,333333	#DIV/0!	53,9325843			0,00727016	0,00588536	0,00138479	0,0166175		33,59375	21,1516204	#DIV/0!	4,02621723	3,3	6,3	5,1	1,2	14,4																
		180	57	5	4,2	0,8	11,8			1325,5814	357,142857	233,333333	#DIV/0!	44,1947566			0,0058307	0,00489779	0,00083291	0,01376046		26,9423559	17,6023392	#DIV/0!	3,33399041	0,8	5	4,2	0,8	11,8																
		240	51,3	3,6	3	0,6	9,2			1193,02326	257,142857	166,666667	#DIV/0!	34,4569288			0,00466456	0,00388713	0,00077743	0,01192055		21,5538847	13,9701105	#DIV/0!	2,88820261	-22,8	3,6	3	0,6	9,2																
		300	54,9	4,3	2,4	0,9	6,3			1276,74419	307,142857	133,333333	#DIV/0!	25,4681648			0,00520621	0,00290579	0,00230042	0,00823308		24,0567265	10,4432301	#DIV/0!	1,99477429	-2,4	4,3	2,4	1,9	6,8																
		360	53,5	2,5	2,2	0,3	6,3			1244,18605	178,571429	122,222222	#DIV/0!	23,5955056			0,00310607	0,00273335	0,00037273	0,00782731		14,35247	9,82346853	#DIV/0!	1,8964612	-3,2	2,5	2,2	0,3	6,3																
IV	Hepalbin-Rezirkulation - 7 % Albumin deligandisiert - 2000 ml/h	Do	2	0	0	0	0	0			0	0	0	0				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		0	0	0	0	0														
			10	3,9	2,2	3,7	0	31,8			100	100	100	100				0,0374959	0,06306128	0	0,54198615		100	100	100			-91,9	2,2	3,7	0	31,8														
			20	69,4	36,1	28,5	7,6	128			1779,48718	1640,90909	770,27027	#DIV/0!	402,515723			0,03457589	0,02729676	0,00727914	0,12259597		92,2124705	43,2860815	#DIV/0!	22,6197597	13,3	36,1	28,5	7,6	128															
			30	36,6	21,9	18,6	3,3	133			938,461538	995,454545	502,702703	#DIV/0!	418,238994			0,03977303	0,03377984	0,00599392	0,24154399		106,073025	53,5866814	#DIV/0!	44,5684501	-8,4	21,9	18,6	3,3	133															
			45	63,9	25	20,4	4,6	83,1			1638,46154	1136,36364	551,351351	#DIV/0!	261,320755			0,02600548	0,02122047	0,00478501	0,08644221		69,3555221	33,650552	#DIV/0!	15,949154	14,1	25	20,4	4,6	83,1															
			60	57	19,5	16	3,5	59,8			1461,53846	886,363636	432,432432	#DIV/0!	188,050314			0,02273974	0,01865825	0,00408149	0,06973519		60,45933	29,5874822	#DIV/0!	12,8666005	-4,5	19,5	16	3,5	59,8															
			90	59,4	12,7	10,4	2,3	34,6			1523,07692	577,272727	281,081081	#DIV/0!	108,805031			0,01421116	0,01163785	0,00257375	0,03871822		37,9017447	18,4548185	#DIV/0!	7,14376469	1,5	12,7	10,4	2,3	34,6															
			120	58	8,9	7,2	1,7	23,1			1487,17949	404,545455	194,594595	#DIV/0!	72,6415094			0,01019971	0,00825145	0,00194826	0,0264734		27,2021944	13,0848089	#DIV/0!	4,88451529	2,5	8,9	7,2	1,7	23,1															
			150	55,6	6,5	5,1	1,4	16			1425,64103	295,454545	137,837838	#DIV/0!	50,3144654			0,00777077	0,00609707	0,00187371	0,01912806		20,7243296	9,66848143	#DIV/0!	3,52925207	0,7	6,5	5,1	1,4	16															
			180	53,4	5	3,9	1,1	13,4			1389,23077	227,272727	105,405405	#DIV/0!	42,1383648			0,00622378	0,00454555	0,00136923	0,01687974		18,59857	7,69814759	#DIV/0!	3,07732102	-1,5	5	3,9	1,1	13,4															
			240	48,9	3,5	2,7	0,8	10,1			1253,84615	159,090909	72,972973	#DIV/0!	31,7610063			0,00475757	0,00367012	0,00108744	0,01372898		12,688232	5,81930336	#DIV/0!	2,53308639	-26,7	3,5	2,7	0,8	10,1															
			300	54	3,1	2,4	0,7	7,6			1384,61538	140,909091	64,8648649	#DIV/0!	23,8993711			0,00381587	0,00295422	0,00086165	0,00935504		10,1767677	4,68468468	#DIV/0!	1,72606569	1,5	3,1	2,4	0,7	7,6															
360	52,2	2,6	1,9	0,7	6,8			1338,46154	18,181818	51,3513514	#DIV/0!	21,3836478			0,00331077	0,00241941	0,00089136	0,00865893		8,82967607	3,83659522	#DIV/0!	1,59762886	0,1	2,6	1,9	0,7	6,8																		
IV	Hepalbin-Rezirkulation - 7 % Albumin deligandisiert - 2000 ml/h	Do	3	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		0	0	0	0	0													
			10	70,8	27,3	22,1	5,2	110			100	100	100	100				0,02563038	0,0207484	0,00488198	0,1032726		126,732814	132,1882	103,547423	136,434245	-11,1	27,3	22,1	5,2	110															
			20	61,8	20,2	16,5	4,7	131			87,2881356	110,622711	115,384615	90,3846154	119,090909			0,0324821	0,02742694	0,00505516	0,14089919		130,724514	132,1882	103,547423	136,434245	19,2	30,2	25,5	4,7	131															
			30	49,2	24,8	20,8	4	101			69,4915254	90,8424908	94,1176471	76,9230769	91,8181818			0,0335052	0,02810114	0,00504007	0,13645264		130,72456	135,43759	110,694184	132,128603	-15,9	24,8	20,8	4	101															
			45	54,2	21,7	18,1	3,6	74,7			76,536723	79,4871795	81,9004525	69,2307692	67,9090909			0,02861253	0,02219755	0,00441498	0,09161087		103,831961	106,984355	90,434289	88,7078162	6,2	21,7	18,1	3,6	74,7															
			60	54,2	21,7	18,1	3,6	74,7			85,1694915	70,699707	65,6108997	62,3076923	43,6363636			0,02127481	0,01598367	0,00529114	0,05291144		83,0062143	77,0356363	108,381171	51,2347354	-4,4	19,3	14,5	4,8	48															
			90	58,8	11,3	9,1	2,2	28,3			83,050475	41,3919414	41,1764706	42,3076923	25,7272727			0,012774	0,01028702	0,00246867	0,03199151		48,8392764	49,5798319	50,9419152	30,9777365	1,8	11,3	9,1	2,2	28,3															
			120	55,5	7,9	6,3	1,6	18,8			78,3898305	28,9377289	28,5067873	30,7692308	17,0909091			0,0094615	0,00754524	0,00191625	0,02251593		36,9151569	36,3654152	39,2515593	21,802457	-0,3	7,9	6,3	1,6	18,8															
			150	55,5	6,2	6,3	0	13,2			78,3898305	22,7106227	28,5067873	0	12			0,00742548	0,00754524	0	0,01589008		28,971389	36,3654152	0	15,3081081	-0,3	6,2	6,3	0	13,2															
			180	54,1	4,9	3,1	1,1	9,9			76,4124294	17,9487179	14,0271493	21,1538462	9			0,00602039	0,00380882	0,00135152	0,01216364		23,4892649	18,3571566	27,6837765	11,7781885	-0,6	4,9	3,1	1,1	9,9															
			240	54,1	4,9	3,1	1,1	9,9			73,3050847	12,4542125	11,3122172	0	7,09090909			0,00435449	0,00320183	0	0,00998971		16,9895615	15,4316951	0	9,67314766	-1,2	3,1	2,2	1,1	9,9															
			300	54,3	2,7	2	0,6	6,1			76,6949153	9,8901089	9,04973776	0	5,54545455			0,00303514	0,00244825	0	0,00746716		12,8953919	11,799705	0	7,23053742	-0,7	2,7	2	0,6	6,1															
360	56,19	2,5	1,6	0	5,7			80,047486	9,15750916	7,2398919	0	5,18181818			0,00293078	0,0018757	0	0,00682167		11,4347733	9,04019728	0	6,47041847	1,7	2,5	1,6	0	5,7																		

ID	Information	Messpunkt	Versuch	Zeit [min]	Absolute Messwerte						Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)						AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)						Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)							
					Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [µmol/l]	Bilirubin direkt [µmol/l]	Bilirubin indirekt [µmol/l]	Gallen-säuren [µmol/l]	Octanoat [mmol/l]	AB/C [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen-säuren [%]	Octanoat [%]	AB/C [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen-säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen-säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]		
V	kontinuierliche veno-venöse Hämodialyse (CVVHD) - 3000 ml/h	Pi	1	0	49	290	117	173	604			50	104,925054	121,338912	138,625592	111,612903	101,172529	111,111111	0,39339388	0,15871408	0,2346798	0,81934449	115,643412	132,118677	106,37393	96,4236147		100		
V		Pi	1	10	46,7	239	84,4	155	597	0,841		45	100	100	100	100	100	100	100	0,34017837	0,12012994	0,22061777	0,84973426	1,19702934	100	100	100	100	100	
V		Pi	1	20	46,9	223	71,1	152	492	0,63			100,428266	93,3054393	84,2417062	98,0645161	82,4120603	74,9108205		0,31605139	0,10077695	0,21542516	0,69729723	0,8928806	92,9075483	83,8824665	97,6463306	82,0606229	74,5913713	
V		Pi	1	30	48	213	62,2	151	426	0,496		49	102,783726	89,1213389	73,6966825	97,4193548	71,3567839	58,9774078	108,888889	0,29496063	0,08613404	0,58992125	0,68685667	86,707636	71,7007306	94,780914	69,4242044	57,3801031		
V		Pi	1	45	49,5	193	50,5	143	366	0,669			105,995717	80,7531381	59,8541232	92,2580645	61,3065327	49,548157		0,25916586	0,06781283	0,19202444	0,46147515	0,89835212	76,1852838	56,4495668	87,0384265	75,0484632		
V		Pi	1	60	49,8	193	44,9	148	295	0,358		54	106,638116	80,7531381	53,1990521	95,4838771	49,4137353	42,568371		0,25760462	0,05992978	0,19754137	0,39374799	0,47783655	75,7263363	49,8874646	89,5400959	37,377799	39,8185326	
V		Pi	1	90	53,2	187	34,2	153	221	0,292		56	113,91863	78,2426778	40,521327	98,7096774	34,7205371	124,444444		0,2336454	0,04273071	0,19116372	0,27612538	0,36483534	68,6829522	35,570415	86,6492845	32,4954975	30,4783958	
V		Pi	1	120	58	186	29,5	157	182	0,357			124,197002	77,8242678	34,9528066	101,290323	30,4857621	42,4494649		0,21316241	0,03380802	0,17992741	0,20857828	0,40913431	62,6619535	28,1428747	81,5561735	24,5462947	34,1791381	
V		Pi	1	150	60,3	186	25,9	160	155			58	129,122056	77,8242678	30,6872038	103,225806	25,9631491		128,888889	0,20503184	0,02855013	0,17637148	0,17085987	60,2718624	23,7660434	79,9443642	20,1074471			
V		Pi	1	180	63,7	186	23,5	163	141	0,362		64	136,40257	77,8242678	27,8436019	105,16129	23,6180905	43,0439952	142,222222	0,19408823	0,0245219	0,17008807	0,14713134	0,37777416	57,05484	20,4128133	77,0962678	17,3149894	31,5565868	
V		Pi	1	240	70,7	190	21	169	121			64	151,391863	79,4979079	24,8815166	109,032258	20,2680067		142,222222	0,17863253	0,01974356	0,15888868	0,11376054		52,511348	16,4351743	72,0198932	13,3877781		
V		Pi	1	300	79,8	198	20,4	178	115	0,433			170,877944	82,8451883	24,1706161	114,83871	19,2629816	51,4863258		0,16492592	0,01699233	0,14826642	0,0957901	0,36067055	48,4820839	14,1449596	67,2051095	11,2729479	30,1304689	
V		Pi	1	360	84,8	202	20,8	181	115	0,522		61	181,584582	84,5188285	24,6445498	116,774194	19,2629816	62,0689655	135,555556	0,15833656	0,01630396	0,14187583	0,0901421	0,40816675	46,5451567	13,5719396	64,3084297	10,6082693	34,1818478	
V		Pi	1	480	98,6	219	22	197	113	1,108		63	211,134904	91,6317992	26,0663507	127,096774	18,9279732	131,747919	140		0,14736321	0,01483103	0,13280517	0,07617759	0,74964483	43,3996452	12,3458274	60,1995909	8,96487169	62,3989765
V		Pi	1	600	106	230	26,6	203	192	1,307			226,980728	96,2343096	31,5165877	130,967742	32,160804	155,410226		0,14422736	0,01686021	0,12729632	0,12039849	0,81958764	42,3975685	13,8851382	57,999391	14,169958	68,4684675	
V	Pi	1	720	111	232	32,3	200	275	2,007		50	237,687366	97,0711297	38,2701422	129,032258	46,0636516	238,644471	111,111111	0,13892829	0,01934217	0,11976577	0,16467793	0,20184964	40,8398357	16,1010418	54,2865446	19,3799327	100,402674		
V	Pi	1	900	124	249	41,7	207	378	2,676			265,524625	104,1841	49,4075829	133,548387	63,3165829	318,192628		0,13347605	0,02235322	0,11096202	0,20262629	0,43446548	39,2370765	18,6075333	50,2960458	23,8458421	119,835449		
V	Pi	1	1080	132	257	49,7	207	462	3,192		48	282,655246	107,531381	58,8862559	133,548387	77,3869347	379,581547	106,666667	0,12941508	0,02502696	0,10423705	0,232645	0,60736545	38,0432991	20,8332436	47,2478006	27,3785595	134,279537		
V	Pi	1	1260	147	272	58	214	534	3,704			314,775161	113,807531	68,7203791	138,064516	89,4472362	440,428062		0,12292911	0,02622626	0,10676585	0,24146245	0,67486313	36,1551871	43,8613123	28,4162308	139,918303			
V	Pi	1	1440	148	260	62,8	197	561	4,342		44	316,916488	108,786611	74,4075829	127,096774	93,9698492	516,290131	97,7777778	0,11677162	0,02820484	0,08847696	0,25195723	1,95008608	34,326586	23,4786089	40,1041848	29,651297	162,910467		
V	kontinuierliche veno-venöse Hämodialyse (CVVHD) - 8000 ml/h + 16 h kontinuierliche veno-venöse Hämodialyse (CVVHD) - 3000 ml/h	Pi	2	0	52,5	210	80	130	818			45	109,60334	118,644068	129,032258	113,043478	146,594982		104,651163	0,26588	0,10128762	0,16459238	1,0356659	108,248588	117,726575	103,138716	133,750469		100	
V		Pi	2	10	47,9	177	62	115	558	0,859		43	100	100	100	100	100	100	100	0,24561983	0,08603633	0,15958351	0,77432693	1,19201942	100	100	100	100	100	
V		Pi	2	20	48,6	169	55,8	113	459	0,529			101,461378	95,480226	90	98,2608696	82,2580645	61,5832363		0,23114053	0,07631741	0,15445959	0,62777222	0,72351091	94,1049964	88,7037037	96,8455896	81,0732776	60,696235	
V		Pi	2	30	49,8	164	50,8	113	384	0,343		45	103,966597	92,6553672	81,9354839	98,2608696	68,8172043	39,9301513	104,651163	0,21889719	0,06780474	0,1580255	0,51253976	0,45781546	89,1203231	78,8094313	94,5119609	66,1916483	38,4067118	
V		Pi	2	45	48,6	158	46,6	111	315	0,323			101,461378	89,2653367	75,1612903	96,5217391	56,4516129	37,6018626		0,21609588	0,06373461	0,1518142	0,43082407	0,44176564	87,9798191	74,0787203	95,3150583	55,6385238	37,060272	
V		Pi	2	60	50,7	154	42,9	111	257	0,247		50	105,845511	87,0056497	69,1935484	96,5217391	46,0573477	28,7543655	116,27907	0,20190099	0,05623485	0,14552604	0,33693866	0,32382821	82,200604	65,3722084	91,19115	43,5137466	27,1663329	
V		Pi	2	90	52,2	148	36,8	111	180	0,184		51	108,977333	83,6158192	59,3548387	96,5217391	32,2580645	21,4202561	118,604651	0,188459	0,0468006	0,14134425	0,2292069	0,23430038	76,7279261	54,4654554	88,5707146	29,600791	19,6557523	
V		Pi	2	120	56,1	144	33,3	111	142	0,222			117,118998	81,3559322	53,7096774	96,5217391	25,4480287	25,8440047		0,17061818	0,03945545	0,13151818	0,16824848	0,26303636	69,4643343	45,859065	82,4133922	21,7283521	66,046496	
V		Pi	2	150	58,2	146	31,3	115	116			53	121,503132	82,4858757	50,483871	100	20,7885305		123,255814	0,16674605	0,03574761	0,13134701	0,13248316		67,8878599	41,5494402	82,3024055	17,1094606		
V		Pi	2	180	61,5	146	29,8	116	101	0,233		55	128,392484	82,4858757	48,0645161	100,869565	18,1003584	27,1245634		0,1577987	0,03220822	0,10916211	0,25182943	64,2450967	37,435615	78,56345	14,0976775	21,126286		
V		Pi	2	240	64,9	147	32,4	115	90			57	139,490605	83,0508475	52,2580645	100	16,1290323		132,55814	0,15055609	0,03318379	0,11778197	0,0921772		61,2963882	38,5695114	73,8058552	11,9041702		
V		Pi	2	300	71,4	149	28,3	121	83,1	0,287			149,060543	84,180791	45,6451613	105,217391	14,8924731	33,410943		0,1387119	0,0263453									

Absolute Messwerte										Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)										AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)					Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)				
ID	Information	Messpunkt	Versuch	Zeit [min]	Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [µmol/l]	Bilirubin direkt [µmol/l]	Bilirubin indirekt [µmol/l]	Gallen-säuren [µmol/l]	Octanoat [mmol/l]	AB/C [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen-säuren [%]	Octanoat [%]	AB/C [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen-säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen-säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]	
V	kontinuierliche veno-venöse Hämodialyse (CVVHD) - 3000 ml/h	Po 1	0	3,31	0	0	0	0	0			6,99788584	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
V		Po 1	10	47,3	229	75,9	153	516				100	100	100	100	100			0,32181036	0,10666116	0,21500867	0,72512727		100	100	100	100	100	
V		Po 1	20	47,9	216	65,4	151	447				101,268499	94,3231441	86,1660079	98,6928105	86,627907			0,29973946	0,09075445	0,20954008	0,62029415	93,1416433	85,0866842	97,4565748	85,5427795			
V		Po 1	30	48,5	206	57,7	148	384				102,536998	89,9593319	76,0210804	96,7320261	74,4186047			0,28322619	0,07907874	0,20283629	0,52627794	87,7306062	74,1401464	94,3386564	72,5773196			
V		Po 1	45	49,8	195	47,7	147	312				105,285412	85,1528384	62,8458498	96,0784314	60,4651163			0,2602741	0,06366705	0,19620663	0,41643855	80,8780975	59,6809377	81,2552169	57,4297189			
V		Po 1	60	49,8	184	40,5	144	255				105,285412	80,349345	53,3596838	94,1178471	49,4186047			0,24569197	0,05405693	0,19220241	0,34033843	76,3157433	50,6809848	89,3928565	46,937751			
V		Po 1	90	54,7	186	34,3	152	210				115,64482	81,2227074	45,1910406	99,3464052	40,6976744			0,22602223	0,04168646	0,1847064	0,25518647	70,2346263	39,0774448	85,9064893	35,1919561			
V		Po 1	120	57	182	28,2	154	165				120,5074	79,4759825	37,1541502	100,653595	31,9767442			0,21223754	0,03288516	0,17958561	0,19241316	65,9511223	30,8314264	83,5248251	26,5350877			
V		Po 1	150	57,6	180	24,3	156	139				121,775899	78,6026201	32,0158103	101,960784	26,9379845			0,20771875	0,02804203	0,18002292	0,16040503	64,5469432	26,2907609	83,7282135	22,1209491			
V		Po 1	180	62	178	21,7	156	123				131,078224	77,7292576	28,5902503	101,960784	23,8372093			0,19083323	0,0322645	0,1672471	0,1318679	59,2999014	21,8115942	77,7862113	18,1854839			
V		Po 1	240	70,3	190	20,5	170	110				148,625793	82,9694323	27,0092227	111,111111	21,3178295			0,17964865	0,01936314	0,16073826	0,10400711	55,8243833	18,1726349	74,7589695	14,3432907			
V		Po 1	300	82,3	203	20,4	183	110				173,995772	88,6462882	26,8774704	119,607843	21,3178295			0,16395395	0,01647616	0,14780085	0,08884204	50,9473807	15,4471974	68,7418102	12,2519239			
V		Po 1	360	83,3	203	20,1	183	108				176,109937	88,6462882	26,4822134	119,607843	20,9302326			0,16198571	0,01603898	0,14602653	0,08617959	50,3357675	15,0373193	67,9165784	11,8847539			
V		Po 1	480	101	219	21,4	198	115				213,530655	95,6331878	28,1949394	129,411765	22,2688217			0,14412802	0,01408374	0,13030752	0,07568366	44,7866315	13,20419	60,6057076	10,372937			
V		Po 1	600	107	229	26,2	203	188				226,215645	100	34,5191041	132,679739	36,4341085			0,14225822	0,01627583	0,12610664	0,11678841	44,2056075	15,2593797	58,6518844	16,105919			
V		Po 1	720	113	232	31,3	201	274				238,900634	101,310044	41,2384717	131,372549	53,1007752			0,13646938	0,0184116	0,11823425	0,16117504	42,4067705	17,2617673	54,9904564	22,2271386			
V		Po 1	900	128	247	40,7	206	384				270,613108	107,860262	53,6231884	134,640523	74,4186047			0,12826633	0,01821358	0,10697516	0,19941	39,8577374	19,8154348	49,7538807	27,5			
V	Po 1	1080	137	259	49,1	210	474				289,640592	113,100437	64,6903821	137,254902	91,8604651			0,12566226	0,02382262	0,10188832	0,2299765	39,0485449	22,3347086	47,3880063	31,7153285				
V	Po 1	1260	145	279	59,5	220	546				306,553911	121,834061	78,3926219	143,79085	105,813953			0,12789745	0,02726546	0,10085103	0,25029393	39,743111	25,5722139	46,9055668	34,5172414				
V	Po 1	1440	157	289	69,6	219	576				331,92389	126,200873	91,6996047	143,137255	111,627907			0,12235561	0,02946696	0,0927193	0,24386446	38,0210275	27,6266962	43,1235169	33,6305732				
V	Albumin deligandisiert - 8000 ml/h + 16 h kontinuierliche veno-venöse Hämodialyse (CVVHD) - 3000 ml/h	Po 2	0	1,37	2,7	2,3	0	8,7				3,19347319	1,78807947	4,44015444	0	2,08633094			0,13099927	0,11159197	0	0,42210876	55,9916856	139,038413	0	65,3310928			
V		Po 2	10	42,9	151	51,8	99,2	417				100	100	100	100	100			0,233962	0,08025981	0,15370219	0,64610699	100	100	100	100	100		
V		Po 2	20	48,9	167	54,9	112	417				113,986014	110,596026	105,984556	112,903226	100			0,22700389	0,07462583	0,15224213	0,56683006	97,0259619	92,980316	99,0500693	87,7300613			
V		Po 2	30	47,4	156	48,3	108	336				110,48951	103,311258	93,2432432	108,870968	80,5755396			0,21876203	0,06773209	0,15145063	0,47117975	93,5032274	84,3910366	98,5351164	72,925963			
V		Po 2	45	49,2	152	44,5	108	275				114,685315	100,662252	85,9073359	108,870968	65,9472422			0,20534547	0,06012022	0,14590976	0,37152947	87,7725731	74,9070063	94,9301731	57,5027783			
V		Po 2	60	49,8	150	41,7	108	234				116,083916	99,3377483	80,5019305	108,870968	56,1151079			0,20021084	0,05565861	0,14415181	0,31232892	85,5740844	69,3480486	93,7864361	48,3401231			
V		Po 2	90	51,6	145	36	109	166				120,27972	96,0264901	69,4980965	109,879032	39,8081535			0,18678585	0,04637442	0,14041143	0,2138376	79,8359772	57,7803717	91,3529164	33,0963136			
V		Po 2	120	54	143	32,9	110	130				125,874126	94,7019868	63,5135135	110,887097	31,17506			0,17602241	0,04049746	0,13540185	0,16002037	75,2354673	50,457958	88,093638	24,7668532			
V		Po 2	150	59,1	146	31,5	115	114				137,762238	96,6887417	60,8108108	115,927419	27,3381295			0,16420677	0,03542817	0,12934095	0,12821624	70,1852288	44,1418576	84,1503662	19,844429			
V		Po 2	180	62,9	146	29,8	116	95,4				146,620047	96,6887417	57,5289575	116,935484	22,8776978			0,15428649	0,03491315	0,12258378	0,10081459	65,9451037	39,2367612	79,75409	15,0033901			
V		Po 2	240	65,8	143	29,1	114	83,7				153,379953	94,7019868	56,1776062	114,919355	20,0719424			0,14445608	0,02939631	0,11516079	0,08455226	61,7433926	36,6264332	74,924625	13,0664184			
V		Po 2	300	71	147	29,1	118	79,5				165,501166	97,3509934	56,1776062	118,951613	19,0647482			0,13762099	0,02724334	0,11047127	0,07442768	58,8219383	33,9439339	71,8735802	11,5194042			
V		Po 2	360	85,9	153	30,8	122	81,6				200,2331	101,324503	59,4594595	122,963871	19,5683453			0,11893249	0,02383325	0,09440442	0,06314263	50,6032735	29,69512	61,42035	9,77278247			
V		Po 2	480	76,4	137	28,2	109	72,9				178,088578	90,7284768	54,4401544	109,879032	17,4820144			0,11919359	0,02453474	0,09483285	0,06342491	50,9457023	30,5691443	61,6990901	9,81647143			
V		Po 2	600	92,1	155	32,7	122	179				214,685315	102,649007	63,1274131	122,983871	42,9256598			0,11186591	0,0236001	0,08804929	0,12918708	47,8137067	29,4046257	57,2856467	19,9946883			
V		Po 2	720	102	172	36,4	136	227				237,762238	113,907285	70,2702703	137,069774	54,4364508			0,11208667	0,02372067	0,08862667	0,14792833	47,9080639	29,554849	57,6612903	22,8953308			
V		Po 2	900	110	180	41,4	139	324				256,410256	119,205298	79,9227799	140,120968	77,6978417			0,10876909	0,02501689	0,08399391	0,19578436	46,4900662	31,1698842	54,6471774	30,3021583			
V	Po 2	1080	129	198	50	148	384																						

ID	Information	Messpunkt	Versuch	Zeit [min]	Absolute Messwerte							Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)							AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)					Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)				
					Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [µmol/l]	Bilirubin direkt [µmol/l]	Bilirubin indirekt [µmol/l]	Gallen- säuren [µmol/l]	Octanoat [mmol/l]	ABIC [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen- säuren [%]	Octanoat [%]	ABIC [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen- säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen- säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]
V	kontinuierliche veno-venöse Hämodialyse (CVVHD) - 3000 ml/h	Di	1	0	46,5	0	0	0	0			92,2619048	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	1	10	50,4	0	0	0	0			100	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	1	20	52,2	0	0	0	0			103,571423	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	1	30	53,1	0	0	0	0			105,357143	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	1	45	44,2	0	0	0	0			87,6984127	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	1	60	54,1	0	0	0	0			107,34127	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	1	90	51,9	0	0	0	0			102,97619	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	1	120	47,4	0	0	0	0			94,047619	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	1	150	49,8	0	0	0	0			98,8095238	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	1	180	50,6	0	0	0	0			100,396825	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	1	240	48,1	0	0	0	0			95,4365079	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	1	300	47,4	0	0	0	0			94,047619	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	1	360	47,7	0	0	0	0			94,6428571	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	1	480	47,1	0	0	0	0			93,452381	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V	kontinuierliche veno-venöse Hämodialyse (CVVHD) - 3000 ml/h	Di	1	600																								
V		Di	1	720																								
V		Di	1	900																								
V		Di	1	1080																								
V		Di	1	1260																								
V		Di	1	1440																								
V		Di	2	0	71,4	0	0	0	0			102,586207	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	2	10	69,6	0	0	0	0			100	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	2	20	60,3	0	0	0	0			86,637931	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	2	30	57,7	0	0	0	0			82,9022989	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	2	45	58,9	0	0	0	0			84,6264368	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	2	60	57,5	0	0	0	0			82,6149425	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	2	90	53,3	0	0	0	0			76,5804598	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	2	120	55,4	0	0	0	0			79,5977011	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	2	150	49,8	0	0	0	0			71,5517241	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	2	180	48,2	0	0	0	0			69,2528736	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	2	240	48,3	0	0	0	0			69,3965517	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	2	300	48,4	0	0	0	0			69,5402299	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	2	360	48,3	0	0	0	0			69,3965517	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	2	480	46,7	0	0	0	0			67,0977011	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V	8 h Hepalbin-Rezirkulation - 7 % Albumin deligandisiert - 8000 ml/h + 16 h kontinuierliche veno-venöse Hämodialyse (CVVHD) - 3000 ml/h	Di	2	600																								
V		Di	2	720																								
V		Di	2	900																								
V		Di	2	1080																								
V		Di	2	1260																								
V		Di	2	1440																								
V		Di	3	0	75,6	0	0	0	0			122,330097	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	3	10	61,8	0	0	0	0			100	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	3	20	54,9	0	0	0	0			88,8349515	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	3	30	54,6	0	0	0	0			88,3495146	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	3	45	53,7	0	0	0	0			86,8932039	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	3	60	53,7	0	0	0	0			86,8932039	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	3	90	53,7	0	0	0	0			86,8932039	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	3	120	54,6	0	0	0	0			88,3495146	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	3	150	52,2	0	0	0	0			84,4660194	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	3	180	49,8	0	0	0	0			80,5825243	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	3	240	51,3	0	0	0	0			83,0097087	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	3	300	50,4	0	0	0	0			81,5533981	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	3	360	52,4	0	0	0	0			84,789644	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	3	480	50,4	0	0	0	0			81,5533981	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
V		Di	3	600																								
V		Di	3	720																								
V		Di	3	900																								
V		Di	3	1080																								
V		Di	3	1260																								
V		Di	3	1440																								

Tabelle A19: Versuch: 8 h Hepalbin-Rezirkulation - 7 % Albumin deligandisiert - 8000 ml/h + 16 h kontinuierliche veno-venöse Hämodialyse (CVVHD) - 3000 ml/h
Messpunkt: Dialysat input (Di)

ID		Information	Messpunkt	Absolute Messwerte										Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)										AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)										Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)										Filtrationskonzentration (ΔD = D ₀ - D _i)				
				Zeit [min]	Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [μmol/l]	Bilirubin direkt [μmol/l]	Bilirubin indirekt [μmol/l]	Gallen-säuren [μmol/l]	Octanoat [mmol/l]	ABIC [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen-säuren [%]	Octanoat [%]	ABIC [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen-säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen-säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]	Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [μmol/l]	Bilirubin direkt [μmol/l]	Bilirubin indirekt [μmol/l]	Gallen-säuren [μmol/l]															
V	Do	1	0	39,3	0	0	0	0	0	73,1843575	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7,2	0	0	0	0															
	Do	1	10	53,7	23,1	20,1	3	76,8		100	100	100	100		0,02859324	0,02487983	0,00371341	0,09506324		100	100	100	100		100	100	100	100	3,3	23,1	20,1	3	76,8															
	Do	1	20	53,7	19,4	16,2	3,2	38,4		100	83,962684	80,5970149	106,666667	50		0,02401337	0,0200524	0,00369097	0,04753162		83,962684	80,5970149	106,666667	50		83,962684	80,5970149	106,666667	50	1,5	19,4	16,2	3,2	38,4														
	Do	1	30	51,3	12,2	9,9	2,3	20,7		95,5307263	52,8138528	49,2537313	76,666667	26,953125		0,01580768	0,01282754	0,00298014	0,02682123		55,2847743	51,5579995	80,2534113	28,2140899		55,2847743	51,5579995	80,2534113	28,2140899	-1,8	12,2	9,9	2,3	20,7														
	Do	1	45	53,1	11	8,9	2,1	20,7		98,8826816	47,6190476	44,278607	70	26,953125		0,01376968	0,01114092	0,00262876	0,02591203		48,157116	44,7789302	70,7909605	27,2576801		48,157116	44,7789302	70,7909605	27,2576801	8,9	11	8,9	2,1	20,7														
	Do	1	60	53,6	10,6	8,8	1,8	18,5		99,6275605	45,8874459	43,7810945	60	24,0885417		0,01316976	0,01093338	0,00223637	0,02298495		46,0589877	43,9447622	60,2242991	24,1789923		46,0589877	43,9447622	60,2242991	24,1789923	-0,6	10,6	8,8	1,8	18,5														
	Do	1	90	43,5	3,4	2,9	0,5	5,3		81,0553866	14,7186147	14,4278607	16,666667	6,90104167		0,00519536	0,00443133	0,00078402	0,00809844		18,1698761	17,8109453	20,5747126	8,51921695		18,1698761	17,8109453	20,5747126	8,51921695	-8,4	3,4	2,9	0,5	5,3														
	Do	1	120	49,5	2,5	1,8	0,7	5,1		92,1787709	10,8225108	8,95522388	23,3333333	6,640625		0,00335707	0,00241709	0,00093998	0,00684842		11,7407845	9,71506106	25,3131313	7,20407197		11,7407845	9,71506106	25,3131313	7,20407197	2,1	2,5	1,8	0,7	5,1														
	Do	1	150	51,9	3,2	2,4	0,6	5,1		96,6480447	13,8528139	11,9402925	20	6,640625		0,00409834	0,00307376	0,00076844	0,00653173		14,3332833	12,3544129	20,6936416	6,87093569		14,3332833	12,3544129	20,6936416	6,87093569	2,1	3,2	2,4	0,6	5,1														
	Do	1	180	48,3	1,6	1,2	0	0		89,941341	6,92640693	5,97014925	13,3333333	0		0,0022019	0,00165143	0,00055048	0		7,7007873	6,63761936	14,8240166	0		7,7007873	6,63761936	14,8240166	0	-2,3	1,6	1,2	0,4	0														
	Do	1	240	49,5	1	0	0	0		92,1787709	4,32900433	0	0	0		0,00134283	0	0	0		4,68631379	0	0	0		4,68631379	0	0	0	0	1,4	1	0	0	0													
	Do	1	300	47,4	0	0	0	0		88,2681564	0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0													
	Do	1	360	48,9	0	0	0	0		91,0614525	0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0	1,2	0	0	0	0	0													
	Do	1	480	45,3	0	0	0	0		84,3575419	0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0	-1,8	0	0	0	0	0													
	Do	1	600	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0	0	0	0	0	0												
	Do	1	720	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0	0	0	0	0	0												
Do	1	900	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0	0	0	0	0	0													
Do	1	1080	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0	0	0	0	0	0													
Do	1	1260	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0	0	0	0	0	0													
Do	1	1440	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0	0	0	0	0	0													
V	Do	2	0	3,12	0	0	0	0		5,07317073	0	0	#DIV/0!	0		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0	-8,28	0	0	0	0	0													
	Do	2	10	61,5	4,8	4		35,9		100	100	100	100		0,00618979	0,00432325	0	0,03880119		100	100	100	100		100	100	100	100	-8,1	4,8	4		35,9															
	Do	2	20	63,1	7,2	6,1	1,1	46,4		102,601626	150	152,5	#DIV/0!	129,247911		0,00758453	0,00642578	0,00487871	0,0115875		146,196511	148,633122	#DIV/0!	125,970626		146,196511	148,633122	#DIV/0!	125,970626	2,8	7,2	6,1	1,1	46,4														
	Do	2	30	57,3	4	3,3	0	14,7		93,1707317	83,3333333	82,5	#DIV/0!	40,9470752		0,00464014	0,00382812	0	0,01705251		89,4415358	88,5471204	#DIV/0!	43,9484315		89,4415358	88,5471204	#DIV/0!	43,9484315	-0,4	4	3,3	0	14,7														
	Do	2	45	59,1	3,2	2,3	0	10,3		96,097561	66,666667	57,5	#DIV/0!	28,6908078		0,00359905	0,00258682	0	0,01158445		69,3739425	59,830254	#DIV/0!	29,8559167		69,3739425	59,830254	#DIV/0!	29,8559167	0,2	3,2	2,3	0	10,3														
	Do	2	60	57,4	2,8	2	0	7,5		93,3333333	58,3333333	50	#DIV/0!	20,8913649		0,00324244	0,00231603	0	0,00888651		62,5	53,5714286	#DIV/0!	22,3836053		62,5	53,5714286	#DIV/0!	22,3836053	-0,1	2,8	2	0	7,5														
	Do	2	90	57,4	1,9	1,1	0	5		93,3333333	39,5833333	27,5	#DIV/0!	13,9275766		0,00220023	0,00127382	0	0,00597907		42,4107143	29,4642857	#DIV/0!	14,9224035		42,4107143	29,4642857	#DIV/0!	14,9224035	4,1	1,9	1,1	0	5														
	Do	2	120	54,9	1,6	0,8	0	5		99,2682927	33,3333333	20	#DIV/0!	13,9275766		0,00193719	0,0009686	0	0,00605373		37,3406193	22,4043716	#DIV/0!	15,6019301		37,3406193	22,4043716	#DIV/0!	15,6019301	-0,5	1,6	0,8	0	5														
	Do	2	150	56,1	1,4	0,7	0	0		91,2195122	29,1666667	17,5	#DIV/0!	0		0,00165879	0,00082939	0	0		31,9741533	19,184492	#DIV/0!	0		31,9741533	19,184492	#DIV/0!	0	6,3	1,4	0,7	0	0														
	Do	2	180	56,6	1,2	0,8	0	0		92,0325203	25	20	#DIV/0!	0		0,00140926	0,00093951	0	0		27,164311	21,7314488	#DIV/0!	0		27,164311	21,7314488	#DIV/0!	0	8,4	1,2	0,8	0	0														
	Do	2	240	56,7	1,2	0,7	0	0		92,195122	25	17,5	#DIV/0!	0		0,00140677	0,00082062	0	0		27,1164021	18,9814815	#DIV/0!	0		27,1164021	18,9814815	#DIV/0!	0	8,4	1,2	0,7	0	0														
	Do	2	300	53,1	1	0,6	0	0		86,3414634	20,8333333	15	#DIV/0!	0		0,00125179	0,00075107	0	0		24,1290019	17,3728814	#DIV/0!	0		24,1290019	17,3728814	#DIV/0!	0	4,7	1	0,6	0	0														
	Do	2	360	52,2	2,1	0,5	0	0		84,8780488	43,75	12,5	#DIV/0!	0		0,00267408	0,00063869	0	0		51,5454602	14,7270115	#DIV/0!	0		51,5454602	14,7270115	#DIV/0!	0	3,9	2,1	0,5	0	0														
	Do	2	480	50,9	1	0,5	0	0		82,7642276	20,8333333	12,5	#DIV/0!	0		0,00130589	0,00065295	0	0		25,1719057	15,1031434	#DIV/0!	0		25,1719057	15,1031434	#DIV/0!	0	4,2	1	0,5	0	0														
	Do	2	600	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0	0	0	0	0	0												
	Do	2	720	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!</																								

ID	Information	Messpunkt	Versuch	Zeit [min]	Absolute Messwerte							Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)							AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)							Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)							
					Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [µmol/l]	Bilirubin direkt [µmol/l]	Bilirubin indirekt [µmol/l]	Gallen-säuren [µmol/l]	Octanoat [mmol/l]	AB/C [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen-säuren [%]	Octanoat [%]	AB/C [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen-säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen-säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]					
VI	24 h MARS - 15 % Albumin ligandisiert - 9000 ml/h - 2000 ml/h	PI	1	0	50,4	287	107	180	885		49	109,803922	139,320388	159,701493	129,496403	154,450262		106,521739	0,37850972	0,14111687	0,23739286	1,16718155	126,881068	145,442431	117,934224	140,66006							
VI		PI	1	10	45,9	206	67	139	573	1,082	46	100	100	100	100	100	100	100	0,29831852	0,09702593	0,20129259	0,82978889	1,5668963	100	100	100	100						
VI		PI	1	20	47,1	193	55,9	137	489	1,284		102,614379	93,6893204	83,432358	98,5611511	85,3403141		118,669131	0,27237176	0,07889902	0,19334161	0,69010255	1,81204841	91,3023333	81,3071585	96,0500389	83,1660386	115,645714					
VI		PI	1	30	47,1	183	47,9	135	423	0,995	45	102,614379	88,6349515	71,4925373	73,8219895	73,8219895		91,9593346	0,25825924	0,06759902	0,19351911	0,69010255	1,81204841	91,3023333	81,3071585	96,0500389	83,1660386	115,645714					
VI		PI	1	45	49,5	172	39,1	133	380	0,962		107,843137	88,6349515	71,4925373	73,8219895	73,8219895		91,9593346	0,23096546	0,05250459	0,17859616	0,48341818	1,29180081	77,4227714	54,1139576	88,7246566	58,2579724	82,4732886					
VI		PI	1	60	49,5	163	33,1	130	312	0,939	44	107,843137	79,1262136	58,558209	55,884532	62,5272261		88,7837338	0,21888101	0,04444762	0,17456768	0,41896242	1,26091576	73,3715793	48,1010407	86,7233486	50,4902427	80,4721895					
VI		PI	1	90	50,9	157	26,5	130	261	0,989	43	110,893246	76,2135922	58,558209	55,884532	62,5272261		91,4049059	0,20502534	0,03460619	0,16976621	0,34083831	1,29152806	68,7289918	35,6669501	84,3390306	41,0753042	82,4259448					
VI		PI	1	120	53,1	153	22,8	130	226	1,812	43	115,686275	74,2718447	54,0298507	53,5251799	39,4415368		107,467652	0,19152373	0,02854079	0,16273258	0,28290433	2,26824181	64,2010861	29,4156337	80,8437995	34,0935309	144,760174					
VI		PI	1	150	56,1	150	19,9	130	207		45	122,222222	72,815534	29,7014925	53,5251799	36,1256545		97,826087	0,17772727	0,02357848	0,1540303	0,24526364		59,576348	24,3012212	76,5206017	29,5573536						
VI		PI	1	180	58,3	150	18,2	132	194	2,012	45	127,015251	72,815534	27,1641791	94,9640288	33,8568935	185,951941	97,826087	0,17102058	0,0207505	0,15049811	0,22118662	2,29395609	57,328182	21,3865492	74,7658477	26,6557704	146,401271					
VI		PI	1	240	59,1	150	17,3	133	183		46	128,75817	72,815534	25,8208955	95,6834532	31,9371728		100	0,16870558	0,01945738	0,14958562	0,20582081		56,552166	20,053792	74,3125297	24,8039971						
VI		PI	1	300	64,5	152	16,6	135	179	0,964		140,522876	73,7864078	24,7761194	97,1223022	31,2390925	89,0942699		0,15664248	0,014710701	0,13912326	0,18446713	0,9934431	52,5084669	17,631378	69,1149406	22,23061	63,4019688					
VI		PI	1	360	67,2	150	15,6	134	177	2,428	46	146,405229	72,815534	23,2835821	96,4028777	30,8900524	224,399261		0,14837054	0,01543054	0,13254435	0,17507723	2,4016244	49,7356103	15,9035181	65,8466094	21,099009	153,272709					
VI		PI	1	480	75,6	153	15,5	138	182	2,819	46	164,705882	74,2718447	34,134284	99,2805755	31,7626527	260,536044		0,13452622	0,01362811	0,12134413	0,16002037	2,47855728	45,09362	14,0458422	60,2774923	19,2844677	185,162598					
VI		PI	1	600	81,6	156	15	141	198	1,379		177,777778	75,7281553	22,3880597	101,438849	33,1588133	127,491168		0,127075	0,01221875	0,11485625	0,15477083	1,12331042	42,5970874	12,5932836	57,0593525	18,6518325	71,6901571					
VI		PI	1	720	94,5	164	16	148	205	1,948	49	205,882353	79,6116505	23,880597	106,47482	35,7766143	180,036969	106,521739	0,11535534	0,01125418	0,10410116	0,14419418	1,3701964	38,686516	11,5991741	51,163412	17,3772127	87,4465276					
VI		PI	1	900	100	167	16,8	150	222	1,688		217,864924	81,0679612	25,0746269	107,913669	38,7434555	156,07394		0,1110049	0,01116696	0,099705	0,1475634	1,1220136	37,2101942	11,5902537	49,5327431	17,7832467	71,6073937					
VI		PI	1	1080	108	170	18,5	152	240	2,569	53	235,294118	82,5242718	30,27119403	109,352518	41,8848168	237,430684	115,217391	0,1046287	0,01138606	0,09355037	0,14771111	1,58112435	35,0728155	17,7350746	46,4748201	17,8010471	100,908041					
VI		PI	1	1260	121	175	20,3	155	267	2,623		263,616558	84,9514563	30,9885075	111,510791	44,8516579	242,421442		0,0961343	0,01115158	0,08514752	0,14118008	1,44091579	32,2253871	11,4934008	42,3003746	17,1013976	91,958692					
VI		PI	1	1440	132	181	22,1	159	270	2,935	51	287,581699	87,8640777	32,9850746	114,388489	47,1204188	271,256932	110,869565	0,09114447	0,01112869	0,08006614	0,13596136	1,47795038	30,5527361	11,46981	39,7759974	16,3850547	94,323433					
VI	24 h MARS - 15 % Albumin ligandisiert - 9000 ml/h - 2000 ml/h	PI	2	0	46,5	240	95,1	145	904		45	103,333333	120	158,5	120,833333	139,076923		100	0,34307097	0,13594187	0,20727204	1,29223398	116,129032	153,387097	116,935484	134,590571							
VI		PI	2	10	45	200	60	120	650	1,024	45	100	100	100	100	100	100	100	0,29542222	0,08862667	0,17725333	0,96012222	1,51256178	100	100	100	100						
VI		PI	2	20																													
VI		PI	2	30	46,5	172	46,8	125	522	0,906	42	103,333333	86	78	104,166667	80,3076923	88,4765625	93,3333333	0,24586753	0,06689884	0,1786828	0,74617935	1,2950929	83,2258065	75,483871	100,806452	77,7171216	85,6224798					
VI		PI	2	45	46,5	160	36,3	124	441	0,893		103,333333	80	60,5	103,333333	67,8461538	87,2070313		0,22871398	0,05188948	0,17725333	0,6303929	1,27650989	77,4193548	58,5483871	100,6557568	84,3939012						
VI		PI	2	60	46,2	152	29,7	122	390	0,926	43	102,666667	76	49,5	101,666667	60	90,4296875	95,5555556	0,21868918	0,04273071	0,17552684	0,56111039	1,33227749	74,025974	58,4415584	88,0808644							
VI		PI	2	90	47,1	142	22,1	120	321	0,929	42	104,666667	71	36,3333333	100	49,3846154	90,7226563	93,3333333	0,20039788	0,03911868	0,16935032	0,4530121	1,31105372	67,8343949	35,1910828	95,5410143	47,1827536	86,6776971					
VI		PI	2	120	49,2	137	17,7	119	281	0,807		109,333333	68,5	29,5	99,1666667	43,2307692	78,8058938		0,18508923	0,02311999	0,10677093	0,37963557	1,09027012	62,652439	26,9817073	90,7012195	39,5403377	72,0810309					
VI		PI	2	150	50,1	134	15,7	118	258		44	111,333333	67	26,1666667	98,3333333	39,6923077		97,7777778	0,17778403	0,02082992	0,15655609	0,3423006	60,1796407	32,502994	88,3233533	35,6517734							
VI		PI	2	180	52,8	134	14,6	119	246	1,006		117,333333	67	24,3333333	99,1666667	37,8461538	98,2421875	100	0,1686928	0,01837996	0,13098928	0,30968977	1,26645492	57,102227	20,7386364	84,5170455	32,2552448	83,7291371					
VI		PI	2	240	57,1	133	13,7	119	235		44	126,888889	66,5	22,8333333	99,1666667	36,1538462		97,7777778	0,15482504	0,01594814	0,13852767	0,27356305	52,408056	17,9947461	78,1523643	28,4925232							
VI		PI	2	300	61,2	135	13,2	122	233	0,885		136	67,5	22	101,666667	35,8461538	86,4257813		0,146625	0,01433667	0,13205506	0,25306389	0,96120833	49,6323529	16,1764706	74,754902	26,357						

				Absolute Messwerte										Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)										AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)					Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)				
ID	Information	Messpunkt	Versuch	Zeit [min]	Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [µmol/l]	Bilirubin direkt [µmol/l]	Bilirubin indirekt [µmol/l]	Gallen-säuren [µmol/l]	Octanoat [mmol/l]	AB/C [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen-säuren [%]	Octanoat [%]	AB/C [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen-säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen-säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]					
VI	Po	1	0	25,6	75,3	29,3	46	237				54,7008547	39,8412698	52,0426288	34,5864662	48,7654321			0,19551527	0,07607699	0,11943828	0,6153668	72,8348214	95,1404307	63,2283835	89,1493056							
VI	Po	1	10	46,8	189	56,3	133	486				100	100	100	100	100	100			0,26843654	0,07996284	0,18889979	0,69026538	100	100	100	100	100					
VI	Po	1	20	46,2	181	48,4	133	426				98,7179487	95,7671958	85,9680284	100	87,654321			0,26041277	0,06963524	0,19135303	0,61290519	97,0109256	87,0844963	101,298701	88,7926888							
VI	Po	1	30	47,4	173	41,4	132	366				101,282051	91,5343915	73,5346359	99,2481203	75,308642			0,24260148	0,05805608	0,18510633	0,51324937	90,3757284	72,6038177	97,991815	74,355368							
VI	Po	1	45	49,5	168	36,2	132	330				105,769231	88,8888889	64,2984014	99,2481203	67,9012346			0,22559515	0,04861038	0,17725333	0,44313333	84,040404	60,7912159	93,8345865	64,1975309							
VI	Po	1	60	48,3	160	30,4	130	287				103,205128	84,6560847	53,9964476	97,7443609	59,0534979			0,22019048	0,04183619	0,17890476	0,39496667	82,0270137	52,3195393	94,7088217	57,2195384							
VI	Po	1	90	50,7	157	25,3	132	247				108,333333	83,0687831	44,937833	99,2481203	50,8230453			0,20583412	0,03316945	0,17305799	0,32382821	76,6788767	41,4810766	91,6136495	46,9135802							
VI	Po	1	120	52,8	152	21,3	131	213				112,820513	80,4232804	37,8330373	98,4962406	43,8271605			0,19135303	0,0268146	0,1649161	0,26814602	71,2842713	33,5338285	87,303486	38,8468013							
VI	Po	1	150	56,7	150	19,3	131	200				121,153846	79,3650794	34,2806394	98,4962406	41,1522634			0,17584656	0,02262559	0,15357266	0,23446208	65,5076846	28,295131	81,2984843	33,9669475							
VI	Po	1	180	57,9	151	17,8	133	187				123,717949	79,8941799	31,616341	100	38,4773663			0,17335009	0,02043465	0,15268584	0,21467858	64,5776791	25,5551772	80,8290155	31,1008764							
VI	Po	1	240	61,2	153	16,8	136	179				130,769231	80,953281	29,8401421	102,255639	36,8312757			0,166175	0,01824667	0,14771111	0,19441389	61,9047619	22,8189322	78,1954887	28,1650932							
VI	Po	1	300	66,3	151	16,4	135	178				141,666667	79,8941799	29,1296625	101,503759	36,6255144			0,15138718	0,01644205	0,13534615	0,17845641	56,3958917	20,5621147	71,6497125	25,8533041							
VI	Po	1	360	71,1	154	15,6	138	177				151,923077	81,4814815	27,7087034	103,759398	36,4197631			0,13497159	0,01458414	0,1290135	0,16547384	53,6333802	18,2386402	68,2973256	23,9724957							
VI	Po	1	480	75,9	154	15,1	139	179				162,179487	81,4814815	26,8206039	104,511278	36,8312757			0,13486667	0,01322394	0,1217303	0,15676061	50,2415459	16,5376056	64,4417368	22,7101937							
VI	Po	1	600	84,9	155	14,8	140	186				181,410256	82,010582	26,2877442	105,263158	38,2716049			0,12135277	0,01088842	0,10960895	0,14562332	45,2072466	14,4907707	58,024921	21,0967151							
VI	Po	1	720	93,3	163	15,6	147	201				199,358974	86,2433862	27,7087034	110,526316	41,3580247			0,11612658	0,01111395	0,10472765	0,14319904	43,2603481	13,8988994	54,4085929	20,7455043							
VI	Po	1	900	105	168	17,2	151	228				224,358974	88,8888889	30,5506217	113,533835	46,9135802			0,106352	0,01088842	0,09559019	0,14433486	39,6190476	13,6168485	50,603652	20,9100529							
VI	Po	1	1080	113	169	18,2	151	238				241,452991	89,4179894	32,3268206	113,533835	48,9711934			0,09941088	0,01070579	0,08882274	0,13999876	37,0332912	13,3884531	47,0210926	20,2818748							
VI	Po	1	1260	120	175	20,4	155	257				256,410256	92,5925926	36,2344583	116,541353	52,8806584			0,09693542	0,01129999	0,08585708	0,14235658	36,1111111	14,1314387	45,4511278	20,6234568							
VI	Po	1	1440	135	191	23,5	168	277				288,461538	101,058201	41,740675	126,315789	56,9958848			0,09404274	0,0115707	0,08271822	0,13638659	35,0335097	14,4701007	43,7894737	19,7585734							
24 h MARS - 15 % Albumin ligandisiert - 9000 ml/h - 2000 ml/h	VI	Po	2	0	49,2	230	81	149	750			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,31073374	0,10943232	0,20130142	1,0132622	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!						
	VI	Po	2	10																													
	VI	Po	2	20																													
	VI	Po	2	30	46,2	167	39,5	128	465			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,24027035	0,05683041	0,18415931	0,66901623	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!						
	VI	Po	2	45	46,2	154	31,7	122	390			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,22156667	0,0456082	0,17552684	0,56111039	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!						
	VI	Po	2	60	47,4	151	27,3	124	366			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,21175042	0,03828335	0,17388776	0,51324937	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!						
	VI	Po	2	90	48,9	141	20,6	120	300			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,19166196	0,02800168	0,16311656	0,40779141	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!						
	VI	Po	2	120	50,1	135	16,8	118	266			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,17911078	0,02228934	0,15655609	0,35291457	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!						
	VI	Po	2	150	53,1	136	15,2	121	246			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,17024331	0,01902719	0,15146648	0,30794011	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!						
	VI	Po	2	180	53,4	134	13,6	120	242			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,16679738	0,01692869	0,14937079	0,30123109	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!						
	VI	Po	2	240	56,4	137	12,5	125	225			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,16146082	0,01473183	0,14731826	0,26517287	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!						
	VI	Po	2	300	59,7	136	12,2	124	222			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,15142245	0,01358348	0,13806164	0,24717487	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!						
	VI	Po	2	360	63,6	139	12,9	126	227			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,14527248	0,01348212	0,13168585	0,23724355	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!						
	VI	Po	2	480	75,3	147	13,1	134	244			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,12976215	0,01156384	0,11828659	0,21538752	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!						
	VI	Po	2	600	79,5	144	14,3	130	254			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,12039849	0,01195624	0,10869308	0,21236956	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!						
	VI	Po	2	720	84,6	149	15,4	134	272			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,11706891	0,01209974	0,10528345	0,21370969	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!						
	VI	Po	2	900	99,6	156	16,4	140	294			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,10410964	0,01094486	0,09343173	0,19620663	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!						
	VI	Po	2	1080	107	157	17,7	139	318			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,09753075	0,01099955	0,08634888	0,19754636	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!						
	VI	Po	2	1260	119	164	20,2	144	354			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,09160571	0,01128314	0,08043429	0,19773429	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!						
	VI	Po	2	1440	126	163	22	141	375			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,08598897	0,01160587	0,0743831	0,19782738	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!						
VI	Po	3	0	32,8	145	60,7																											

				Absolute Messwerte							Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)							AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)					Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)							
ID	Information	Messpunkt	Versuch	Zeit [min]	Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [µmol/l]	Bilirubin direkt [µmol/l]	Bilirubin indirekt [µmol/l]	Gallen-säuren [µmol/l]	Octanoat [mmol/l]	AB/C [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen-säuren [%]	Octanoat [%]	AB/C [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen-säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen-säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]		
VI	Information	Di	1	0	125	0	0	0	0			105,932203	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
VI		Di	1	10	118	2,9	1,9	1	57			100	100	100	100	100			0,00163358	0,00107028	0,00056331	0,03210839	0	100	100	100	100	100		
VI		Di	1	20	116	3,7	2,5	1,2	105			98,3050847	127,586207	131,578947	120	184,210526			0,00212016	0,00143254	0,00068762	0,06016681		129,785969	133,84755	122,068966	187,38657			
VI		Di	1	30	115	4,2	2,9	1,3	129			97,4576271	144,827586	152,631579	130	226,315789			0,0024276	0,0016762	0,0007514	0,074562		148,605697	156,613272	133,391304	232,21968			
VI		Di	1	45	113	4,5	3,1	1,4	138			95,7627119	155,172414	163,157895	140	242,105263			0,00264704	0,00182351	0,00082352	0,08117575		162,03845	170,377271	146,19469	252,817885			
VI		Di	1	60	111	4,7	3,5	1,2	150			94,0677966	162,068966	184,210526	120	263,157895			0,0028145	0,0020959	0,00071859	0,08982432		172,289531	195,827406	127,587568	279,753438			
VI		Di	1	90	110	5,2	3,5	1,7	136			93,220339	179,310345	184,210526	70	238,596491			0,00314222	0,00211495	0,00102726	0,08218109		192,351097	197,607656	182,363636	255,948963			
VI		Di	1	120	107	5,2	3,6	1,6	128			90,6779661	179,310345	189,473684	160	224,561404			0,00323032	0,00223637	0,00099394	0,07951551		197,744119	208,952287	176,448598	247,647155			
VI		Di	1	150	106	4,7	3,5	1,2	111			89,8305085	162,068966	184,210526	120	194,736842			0,00294725	0,00219476	0,00075249	0,06960538		180,416396	205,064548	133,584906	216,782522			
VI		Di	1	180	109	5	3,3	1,7	102			92,3728814	172,413793	173,684211	170	178,947368			0,00304908	0,00201239	0,00103669	0,06220128		186,649794	188,025109	184,036697	193,722839			
VI		Di	1	240	102	4,5	3,2	1,3	92,7			86,440678	155,172414	168,421053	130	162,631579			0,0029325	0,00208533	0,00084717	0,0604095		179,513185	194,840041	150,392157	188,142415			
VI		Di	1	300	104	4	2,9	1,1	84,3			88,1355932	137,931034	152,631579	110	147,894737			0,00255654	0,00185349	0,00070305	0,05387905		156,498674	173,178138	124,807692	167,803644			
VI		Di	1	360	101	3,9	2,5	1,4	80,1			85,5932203	134,482759	131,578947	140	140,526316			0,00256666	0,00165493	0,00092137	0,05271532		157,11847	153,725899	163,564356	164,17926			
VI		Di	1	480	102	3,3	2,3	1	72,6			86,440678	113,793103	121,052632	100	127,368421			0,0021505	0,00149883	0,00065167	0,047311		131,643002	140,04128	115,686275	147,347781			
VI		Di	1	600	96,9	4,8	2,2	1	69,9			82,1186441	165,517241	105,263158	280	122,631579			0,00329263	0,00137193	0,0019207	0,04794895		201,558663	128,184238	340,970072	149,334637			
VI		Di	1	720	99,4	2,9	2,1	0,8	68,1			84,2372881	100	110,526316	80	119,473684			0,00193927	0,00104403	0,00053497	0,04553931		118,712274	131,208302	94,9698189	141,829927			
VI		Di	1	900	93,9	2,5	1,8	0,7	67,8			79,5762712	86,2068966	94,7368421	70	118,947368			0,0017697	0,00127479	0,00049552	0,04799431		108,332415	119,051623	87,9659212	149,475926			
VI		Di	1	1080	98,7	2,5	1,6	0,9	68,4			83,6440678	86,2068966	84,2105263	90	120			0,00168364	0,00107753	0,00060611	0,04606432		103,06397	100,677225	107,598784	143,465046			
VI		Di	1	1260	95,6	2,3	1,6	0,7	69,9			81,0169492	79,3103448	84,2105263	70	122,631579			0,00159917	0,00111247	0,00048671	0,04860097		97,8935219	103,941863	86,4016736	151,365338			
VI	Di	1	1440	97,2	2,3	1,5	0,8	71,7			82,3728814	79,3103448	78,9473684	80	125,789474			0,00157285	0,00102577	0,00054708	0,04903188		96,2821059	95,8414555	97,1193416	152,707386				
24 h MARS - 15 % Albumin ligandisiert - 9000 ml/h - 2000 ml/h	Di	2	0	128	1	0,4	0,6	0				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,0005193	0,00020772	0,00031158	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
	Di	2	10																											
	Di	2	20																											
	Di	2	30	108	4,6	3,4	1,2	156				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00283113	0,00209257	0,00073856	0,09601222		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
	Di	2	45	108	5,1	3,5	1,6	191				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00313886	0,00215412	0,00098474	0,11755343		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
	Di	2	60	104	5,9	3,3	2,6	203				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00377089	0,00210914	0,00166175	0,12974433		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
	Di	2	90	101	5,1	3,6	1,5	200				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00335641	0,00236923	0,00098718	0,13162376		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
	Di	2	120	98,1	5	3,4	1,6	184				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00338787	0,00230375	0,00108412	0,1246736		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
	Di	2	150	97,5	4,7	3,2	1,5	171				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00320419	0,00218158	0,00102262	0,11657815		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
	Di	2	180	97,5	4,9	3,2	1,7	164				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00334054	0,00218158	0,00115896	0,11180595		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
	Di	2	240	97,5	4,2	2,9	1,3	146				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00286332	0,00197706	0,00088627	0,09953456		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
	Di	2	300	96,6	3,9	2,7	1,2	134				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00268357	0,00185786	0,00082571	0,09220476		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
	Di	2	360	95,7	3,6	2,5	1,1	123				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00250044	0,00173642	0,00076402	0,08543166		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
	Di	2	480	97,2	3,3	2,4	0,9	120				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,0022567	0,00164123	0,00061546	0,08206173		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
	Di	2	600	93,3	2,9	2,1	0,8	114				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00206606	0,00149611	0,00056995	0,08121736		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
	Di	2	720	88,5	2,7	2,2	0,5	111				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00202279	0,00165236	0,00037554	0,08336915		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
	Di	2	900	85,2	2,2	1,7	0,5	111				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00171636	0,00132628	0,00039008	0,08659824		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
	Di	2	1080	90	2,3	1,6	0,7	117				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00169868	0,00118169	0,00051699	0,086411		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
	Di	2	1260	85,8	3,1	1,4	1,7	116				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,0024016	0,00108459	0,001317	0,0898662		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
Di	2	1440	84,9	2,1	1,4	1,7	119				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,0024016	0,00108459	0,001317	0,0898662		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
24 h MARS - 15 % Albumin ligandisiert - 9000 ml/h - 2000 ml/h	Di	3	0	118	0,5	0,5	0	0				102,806866	35,7142857	50	0	0			0,00028165	0,00028165	0	0		34,8062954	48,7288136	0	0	0		
	Di	3	10	115	1,4	1	0,4	48,6				100	100	100	100	100			0,0008092	0,0003078	0,00002312	0,0280908		34,8062954	48,7288136	0	0	0		
	Di	3																												

		Absolute Messwerte							Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)							Albumin-Lösung (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)							Relative Albumin-Lösung (10 Minuten entsprechen 100 %)							Filtrationskonzentration (ΔD = D ₀ - D _i)				
ID	Information	Messpunkt Versuch	Zeit [min]	Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [μmol/l]	Bilirubin direkt [μmol/l]	Bilirubin indirekt [μmol/l]	Gallen-säuren [μmol/l]	Octanoat [mmol/l]	ABIC [%]	Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [μmol/l]	Bilirubin direkt [μmol/l]	Bilirubin indirekt [μmol/l]	Gallen-säuren [%]	Octanoat [%]	ABIC [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen-säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen-säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]	Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [μmol/l]	Bilirubin direkt [μmol/l]	Bilirubin indirekt [μmol/l]	Gallen-säuren [μmol/l]		
VI	Do	1	0	109	1,5	0,9	0	5,4			95,6140351	10,6382979	8,49056604	0	5,19230769			0,00091472	0,00054883	0	0,00329301	11,1262932	8,8804154		0	5,43048694			-16	1,5	0,9	0	5,4	
VI	Do	1	10	114	14,1	10,6	3,5	104			100	100	100	100	100	100		0,00822129	0,00618054	0,00204075	0,0606393		100	100	100	100	100		-4	11,2	8,7	2,5	47	
VI	Do	1	20	117	12,9	9,7	3,2	175			100,8771163	91,489361	91,590443	91,428571	168,269231			0,00745652	0,00569695	0,00176057	0,101115		90,713669	90,633544	90,633544	166,80026		-1	9,2	7,2	2	70		
VI	Do	1	30	113	9,9	7,2	2,7	198			99,122807	70,212766	72,6415094	62,8571429	190,394615			0,00582348	0,00425937	0,00158411	0,11646956		70,8341179	73,294357	73,294357	102,069435		-2	5,7	4,8	0,9	69		
VI	Do	1	45	117	8,8	6,6	2,2	212			102,631579	62,4113475	62,2641509	62,8571429	213,461538			0,00494965	0,00374959	0,00124986	0,12612526		68,8110566	66,676343	61,2454212	207,988166		4	4,3	3,5	0,8	84		
VI	Do	1	60	108	7,5	5,7	1,8	224			94,7368421	53,1914894	53,7735849	51,4285714	205,769231			0,00461597	0,00350814	0,00110783	0,13170907		56,106596	56,7610063	54,2857143	217,200855		-3	2,8	2,2	0,6	64		
VI	Do	1	90	109	6,5	4,6	1,9	204			95,6140351	46,0992098	43,3962264	54,2857143	196,153846			0,00339638	0,00280516	0,00115865	0,12440257		48,2139371	45,386879	56,7758847	205,151729		-1	1,3	1,1	0,2	68		
VI	Do	1	120	111	5,9	4,2	1,7	171			97,3984211	41,8437196	39,6226415	48,5714286	164,420077			0,00353309	0,00251508	0,00108180	0,12420977		42,9748989	40,895237	49,8841699	198,866944		4	0,7	0,6	0,1	43		
VI	Do	1	150	108	5,9	3,9	1,8	158			94,7368421	40,4255319	38,7654029	51,4285714	151,920077			0,00350304	0,00249511	0,00107831	0,12420977		42,9713949	38,383678	54,2857143	190,363249		3	1,1	0,9	0,1	47		
VI	Do	1	180	108	5,8	3,6	2,2	137			94,7368421	41,1347518	33,9622642	62,8571429	131,730769			0,00356969	0,00221567	0,00135402	0,08431843		43,4200158	35,8490566	56,3492063	139,049145		-1	0,8	0,3	0,5	35		
VI	Do	1	240	103	5,2	3,5	1,7	122			90,308772	36,8794326	33,0188679	48,5714286	117,307962			0,00355777	0,00225869	0,00109708	0,07873146		40,818128	36,5451548	53,7586685	129,356968		-1	0,7	0,3	0,4	29,3		
VI	Do	1	300	108	4,9	3,5	1,4	105			94,7368421	34,751773	33,0188679	40	100,961358			0,00301577	0,00215412	0,00088616	0,06269911		36,682471	34,8532495	42,2222222	105,570513		4	0,4	0,6	0,3	20,7		
VI	Do	1	360	104	4	3,1	1,1	98,1			91,2280702	28,3687943	29,245283	31,4285714	94,3266231			0,00255654	0,00198132	0,00073035	0,06269911		31,096563	32,0573295	34,4505495	103,36962		3	0,1	0,6	-0,3	16		
VI	Do	1	420	100	3,7	2,8	0,9	87,7			98,4736842	26,2411348	28,3018689	20	80,76923			0,00241177	0,00193595	0	0,057477		29,3283271	31,6315205	32,3584812	78,580679		0	0,4	0,7	-0,3	15,6		
VI	Do	1	480	100	3,8	2,5	0,6	96,7			97,1702982	45,5319149	23,5494057	31,4285714	80,76923			0,00239292	0,00166175	0,00049031	0,09702449		29,106383	28,8867268	35,8287174	95,032649		2	1,1	0,5	0,2	16,8		
VI	Do	1	720	101	3,3	2,4	0,9	82,5			88,5964912	23,4024553	22,6415094	25,1428571	79,3269313			0,00217197	0,00157949	0,00059231	0,0542948		26,4169842	25,555731	29,0204633	89,5373191		1,6	0,4	0,3	0,1	14,4		
VI	Do	1	900	96	2,8	1,8	1	83,7			84,2105263	19,581556	16,9811321	28,5714286	80,4807692			0,00193871	0,00124631	0,00060924	0,05795353		23,5815603	20,1650943	33,9287514	95,5709135		2,1	0,3	0	0	15,9		
VI	Do	1	1080	97,5	2,6	1,7	0,9	83,8			85,5623158	18,4397163	16,0377358	25,7142857	80,5769231			0,00177253	0,00115896	0,00061357	0,05713011		21,5602387	18,7518142	30,0659341	94,2130178		-1,2	0,1	0,1	0	15,4		
VI	Do	1	1260	91,2	2,4	1,7	0,7	87			80,1712766	16,07212766	16,0377358	20	83,6534862			0,00174691	0,00123902	0,00050519	0,06430886		21,7659597	20,0471698	25	104,567308		-4,4	0,1	0,1	0	17,1		
VI	Do	1	1440	90,3	2,4	1,7	0,7	87			79,2105263	17,0212766	16,0377358	20	83,6534862			0,00174691	0,00125137	0,00051527	0,06440986		21,4865548	20,469755	25,2491694	105,609597		-6,9	0,1	0,2	-0,1	15,3		
VI	24 h MARS - 15 % Albumin ligandisiert - 9000 ml/h - 2000 ml/h	Do	2	0	122	5,5	3,8	1,7	19,2			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		0,0029966	0,00207038	0,00052622	0,0104085		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			-6	4,5	3,4	1,1	19,2	
VI		Do	2	10								#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!																		
VI		Do	2	20								#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!																		
VI		Do	2	30	112	13,1	9,5	3,6	198			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00777462	0,00563808	0,00213654	0,11750946		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			4	8,5	6,1	2,4	42
VI		Do	2	40	108	10,5	7,1	3,4	221			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00646236	0,00436979	0,00209257	0,13601731		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			4	5,4	3,6	1,8	30
VI		Do	2	60	106	9,5	6,1	3,4	222			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00595722	0,00382516	0,00213206	0,13921075		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			2	3,6	2,8	0,8	19
VI		Do	2	90	104	6	4,3	1,7	206			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00383481	0,00274828	0,00108653	0,13166173		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			3	0,9	0,7	0,2	6
VI		Do	2	120	103	6,1	4	2,1	194			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00333657	0,00258136	0,00135521	0,12519592		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			4,9	1,1	0,6	0,5	10
VI		Do	2	150	101	5,9	3,7	2,2	179			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,0038829	0,00243504	0,00144786	0,11780327		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			3,5	1,2	0,5	0,7	8
VI		Do	2	180	99,3	5,4	3,6	1,8	167			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00361468	0,00240979	0,00120489	0,11178741		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			1,8	0,5	0,4	0,1	3
VI		Do	2	240	95,7	5,1	3,2	1,9	147			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00354229	0,00222621	0,00131968	0,10210125		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			-1,8	0,9	0,3	0,6	1
VI		Do	2	300	95,1	4,9	3,4	1,5	136			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00342485	0,00237642	0,00104842	0,09505699		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			-1,5	1	0,7	0,3	2
VI		Do	2	360	97,5	4,3	3,2	1,1	129			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,0029315	0,00218158	0,00074992	0,08794492		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			1,8	0,7	0,7	0	6
VI		Do	2	480	93,3	4	2,7	1,3	120			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00284973	0,00192357	0,00052616	0,08549196		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			-3,9	0,7	0,3	0,4	0
VI		Do	2	600	91,2	3,5	2,5	1	113			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00255093	0,00182209	0,00072884	0,08232686		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			-2,1	0,6	0,4	0,2	-1
VI		Do	2	720	89,1	3,2	2,5	0,7	115			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00238725	0,00186504	0,00052221	0,08579181		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,6	0,5	0,3	0,2	4
VI		Do	2	900	86,6	2,8	1,9	0,9	112			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00214915	0,00145835	0,0006908	0,08596582		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			1,4	0,6	0,2	0,4	1
VI		Do	2	1080	86,1	2,4	1,8	0,6	118			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			0,00185282	0,00138962	0,00046321	0,0910971		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			-3,9	0,1	0,2	-0,1	1
VI	Do	2	1260	85,5	2,6	2	0,6																											

ID	Information	Messpunkt	Versuch	Absolute Messwerte							Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)							AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)							Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)						
				Zeit [min]	Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [µmol/l]	Bilirubin direkt [µmol/l]	Bilirubin indirekt [µmol/l]	Gallen-säuren [µmol/l]	Octanoat [mmol/l]	AB/C [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen-säuren [%]	Octanoat [%]	AB/C [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen-säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen-säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]			
VII	Therapiepause - 15 % Albumin ligandisiert - 9000 ml/h - 30000 ml/h + 16 h Therapiepause	Pi	1	0	51,6	278	111	167	1062		44	117,006803	129,302326	134,872418	125,56391	130,147059		100	0,35811357	0,14298779	0,21512578	1,36804535			110,508383	115,268869	107,313341	111,230335			
VII		Pi	1	10	44,1	215	82,3	133	816	1,309	44	100	100	100	100	100	100		100	0,32406009	0,12404719	0,20046508	1,22992109	1,97299841		100	100	100	100		
VII		Pi	1	20	43,6	188	65,1	123	672	1,689		98,8662132	87,4418605	79,1008505	92,481203	82,3529412	129,029794		0,28661376	0,09924761	0,18751858	1,02449174	2,57495023	88,4446341	80,0079704	93,5417673	83,2973556	130,509493			
VII		Pi	1	30	43,9	175	50,5	125	558	1,255	45	99,5464853	81,3953488	61,3608748	93,9849624	68,3623529	95,8747135	102,272727	0,26497153	0,079546321	0,1856538	0,84488064	1,90022437	81,7661705	61,6040233	94,4131399	68,6938989	96,3115004			
VII		Pi	1	45	44,4	160	36,3	124	447	1,022		100,680272	74,4186047	44,1069239	93,2330827	54,7794118	78,0748863		0,23953153	0,05434372	0,18563694	0,66919122	1,53000766	73,9157762	43,8089061	82,6031294	54,4092806	77,5473334			
VII		Pi	1	60	46,5	149	27,1	122	372	1,302	46	105,442177	69,3023256	32,9283111	91,7233233	45,5882353	99,4652406	104,545455	0,21289889	0,03873843	0,17439441	0,53176	1,86116	65,7254314	31,2287853	86,9949066	44,3315508	94,3315508			
VII		Pi	1	90	49,2	138	19,1	119	287	0,925	45	111,564626	64,1860465	23,2077764	89,4736842	35,1715686	70,6646295	102,272727	0,1864024	0,02580441	0,16077093	0,38774167	1,24969004	57,5326149	20,8020923	80,198973	31,5257353	63,3396374			
VII		Pi	1	120	50,4	135	15,4	120	244	0,745	44	114,285714	62,7909977	18,7120292	90,2256339	29,9019608	56,9136746		0,17904464	0,02031028	0,1582619	0,32179921	0,98254266	54,9418605	16,3730255	78,9473684	26,1642157	49,7994652			
VII		Pi	1	150	51,3	132	13,7	118	215		44	116,326531	61,3953488	16,6464156	88,7218045	26,3480392		100	0,17103392	0,01775125	0,15289396	0,27857797		52,7784578	14,3100765	76,2696214	22,6500688				
VII		Pi	1	180	56,7	132	14,1	118	213	0,711	42	128,571429	61,3953488	17,1324423	88,7218045	26,1029412	54,316272	95,4545455	0,15474497	0,01652958	0,13833263	0,24970212	0,8335127	47,751938	13,3252339	69,005848	20,3022876	42,2459893			
VII		Pi	1	240	60,3	129	12,4	117	195		50	136,734694	60	15,0668287	87,9699248	23,8970588		113,636364	0,1421995	0,01366879	0,12897164	0,21495274		43,880597	11,019024	64,3362137	17,4769535				
VII		Pi	1	300	77,7	130	11,9	118	200	0,726		176,190476	60,4651163	14,4592953	88,7218045	24,5098039	55,4621849		0,1121107	0,01018009	0,10094543	0,17109395	0,62107104	34,318039	8,20662704	50,3556188	13,910698	31,4785374			
VII		Pi	1	360	70,2	130	12,5	118	203	0,718	50	159,183673	60,4651163	15,1883354	88,7218045	24,877451	54,8510313	113,636364	0,12309259	0,01183583	0,1117302	0,19221382	0,67984986	37,9844961	9,54139016	55,7354926	15,0934022	34,4576992			
VII		Pi	1	480	77,7	127	12,5	115	217	0,828	48	176,190476	59,0697674	15,1883354	86,4661654	26,5931373	63,2543927	109,090909	0,10864466	0,01069337	0,09837902	0,18563694	0,70832896	33,5260842	8,62040655	49,0753912	15,0934022	35,9011418			
VII		Pi	1	600	90,4	138	16	122	303	0,708		204,988662	64,1860465	19,4410693	91,7233233	37,1323529	54,0870894		0,10146969	0,0117646	0,08970509	0,22279215	0,52058363	31,3119984	9,48397295	44,7484863	18,1143447	26,3854053			
VII		Pi	1	720	99,6	146	19,5	127	393	1,776	48	225,85034	67,9069767	23,6938032	95,4887218	48,1617647	135,676089	109,090909	0,09743594	0,0130137	0,08475592	0,2622762	1,18524819	30,0672457	10,4909309	42,2796449	21,3246368	60,0734489			
VII		Pi	1	900	105	159	27,5	132	519	2,377		238,095238	73,9534884	33,4143378	99,2481203	63,6029412	181,588999		0,10065457	0,01740881	0,08356229	0,2855171	1,50475419	31,0604651	14,0340219	41,6842105	26,7132353	76,2673797			
VII		Pi	1	1080	116	169	34,9	134	762	2,97	45	263,038549	78,6046512	42,4058233	100,75188	93,3823529	226,890756	102,272727	0,09683991	0,01199883	0,07678431	0,43663914	1,70186121	29,88332	16,1215276	38,3030853	35,5013945	86,2576065			
VII		Pi	1	1260	130	180	42	138	900	7,887		294,78458	83,7209302	51,0328068	103,759398	110,294118	602,521108		0,09203538	0,02147982	0,07056046	0,46017692	40,3526467	28,4007156	17,3118983	35,1983806	37,4151584	204,3396374			
VII		Pi	1	1440	140	192	50,7	141	1038	5,784	44	317,460317	89,3023256	61,6038882	106,015038	127,205882	441,864018	100	0,09115886	0,02407164	0,06694479	0,49282757	2,74616057	28,1302326	19,4052248	33,3947368	40,0698529	139,187166			
VII	8 h MARS - 15 % Albumin ligandisiert - 9000 ml/h - 30000 ml/h + 16 h Therapiepause	Pi	2	0															0,29099089	0,09675078	0,19497867	0,80502556	2,73560978	100	100	100	100	100			
VII		Pi	2	10	45	197	65,5	132	545	1,852	41	100	100	100	100	100	100														
VII		Pi	2	20																											
VII		Pi	2	30																											
VII		Pi	2	45																											
VII		Pi	2	60																											
VII		Pi	2	90																											
VII		Pi	2	120																											
VII		Pi	2	150																											
VII		Pi	2	180																											
VII		Pi	2	240																											
VII		Pi	2	300																											
VII		Pi	2	360																											
VII		Pi	2	480	73,2	132	13,3	119	227	1,065	52	162,666667	67,0050761	20,3053435	90,1515152	41,6513761	57,5053996	126,829268	0,11986393	0,0120772	0,10805915	0,20612964	0,96708402	41,1916452	12,4827931	55,4210134	25,6053542	35,3516801			
VII		Pi	2	600	75,1	134	15,9	118	276	3,016		166,888889	68,0203046	24,2748092	89,3939394	50,6422018	162,850972		0,1186016	0,01407288	0,10444021	0,24428389	2,66942104	40,757839	14,5454915	53,5649437	30,3448613	97,5804759			
VII		Pi	2	720	86,3	140	18,9	121	345	2,56	44	191,777778	71,0659898	28,8549618	91,6666667	63,3027523	138,228942	107,317073	0,10783082	0,01455716	0,09319664	0,26572596	1,97176362	37,0564258	15,0460404	47,7983778	33,0083876	72,0776637			
VII		Pi	2	900	94,5	150	25,1	125	459	5,236		210	76,142132	38,3206107	94,6969697	84,2201835	282,721382	121,79099	0,10550794	0,01765499	0,08792328	0,32285429	3,68293037	36,2581581	18,2479099	45,0937951	40,1048493	134,62923			
VII		Pi	2	1080	105	159	31,5	128	549	7,07	41	233,333333	80,7106599	48,0916031	96,969697	100,733945	381,74946	100	0,10065457	0,0119941	0,08103031	0,34754314	4,47564667	34,5902828	20,610687	41,5584416	43,1716907	163,606911			
VII		Pi	2	1260	113	153	40,2	113	567	8,939		251,111111	77,6649746	61,3740458	85,6060606	104,036697	482,667387	100	0,0899992	0,02364685	0,06647	0,33352646	5,25818876	30,9285297	24,4						

ID	Information	Messpunkt	Versuch	Zeit [min]	Absolute Messwerte					Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)								AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)					Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)							
					Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [µmol/l]	Bilirubin direkt [µmol/l]	Bilirubin indirekt [µmol/l]	Gallen- säuren [µmol/l]	Octanoat [mmol/l]	AB/C [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen- säuren [%]	Octanoat [%]	AB/C [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen- säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen- säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]		
VII	Po	1	0		3,06	8,1	6,5	1,6	35,7			6,93877551	4,17522773	9,31232092	1,29032258	4,95833333			0,17595	0,14119444	0,03475556	0,77548333		60,172832	134,206978	18,5958254	71,4583333			
VII	Po	1	10		44,1	194	69,8	124	720			100	100	100	100	100			0,29240771	0,10520649	0,18689977	1,08522449		100	100	100	100			
VII	Po	1	20		45,3	180	54,2	126	585			102,721088	92,7835052	77,6504298	101,612903	81,25			0,26411921	0,07952923	0,18488344	0,85836742		90,325664	75,5934648	98,9211707	79,0976821			
VII	Po	1	30		45,3	164	40,5	124	480			102,721088	84,5360825	58,0229226	100	66,6666667			0,24064194	0,05942682	0,18194879	0,70431788		82,2967161	56,4858916	97,3509934	64,9006623			
VII	Po	1	45		45,3	149	29,8	119	384			102,721088	76,8041237	42,6934097	95,9677419	53,3333333			0,21863201	0,04372264	0,17461214	0,5634543		74,7695774	41,5624585	93,4255501	51,9205298			
VII	Po	1	60		47,7	142	23,3	119	327			108,163265	73,1958763	33,3810888	95,9677419	45,4166667			0,19787715	0,03246857	0,16582662	0,45587484		67,6716592	30,8617614	88,7248935	41,9889637			
VII	Po	1	90		49,5	135	17,1	118	264			112,244886	69,5876289	24,4985673	95,1612903	36,6666667			0,18126182	0,02286236	0,15845374	0,35450667		61,9862512	21,8259964	84,7800587	32,6666667			
VII	Po	1	120		50,1	134	14,6	119	233			113,605442	69,0721649	20,9169054	95,9677419	32,3611111			0,17778403	0,0193705	0,15788283	0,30913194		60,8000494	18,4118868	84,4745092	28,4855289			
VII	Po	1	150		54,3	133	13,1	120	211			123,129252	68,556701	18,7679083	96,7741935	29,3055556			0,16280866	0,01603604	0,14689503	0,25829042		55,6786467	15,2424449	78,5956158	23,8006446			
VII	Po	1	180		55,8	132	12,6	119	199			126,530612	68,0412371	18,0515759	95,9677419	27,6388889			0,15724086	0,01500935	0,14175502	0,23705251		53,7745261	14,2665681	75,8454735	21,843638			
VII	Po	1	240		62,7	127	12,4	115	192			142,176871	65,4639175	17,765043	92,7419355	26,6666667			0,1346362	0,01314558	0,12191467	0,2035445		46,0439994	12,4950302	65,2299738	18,7559809			
VII	Po	1	300		69,9	127	11,6	115	193			158,503401	65,4639175	16,6189112	92,7419355	26,8055556			0,1207681	0,01103079	0,10935694	0,18352947		41,3012699	10,4848925	58,5110065	16,9116595			
VII	Po	1	360		71,1	126	12	114	199			161,22449	64,9484536	17,1919771	91,9354839	27,6388889			0,11779494	0,01121857	0,10657637	0,18604121		40,2844839	10,6633782	57,0232748	17,1431083			
VII	Po	1	480		77,7	125	11,9	113	209			176,190476	64,4329897	17,0487106	91,1290323	29,0277778			0,10693372	0,01018009	0,09666808	0,17879318		36,5700752	9,67629521	51,7218832	16,4752252			
VII	Po	1	600																											
VII	Po	1	720																											
VII	Po	1	900																											
VII	Po	1	1080																											
VII	Po	1	1260																											
VII	Po	1	1440																											
VII	Po	2	0																											
VII	Po	2	10																											
VII	Po	2	20																											
VII	Po	2	30																											
VII	Po	2	45																											
VII	Po	2	60																											
VII	Po	2	90																											
VII	Po	2	120																											
VII	Po	2	150																											
VII	Po	2	180																											
VII	Po	2	240																											
VII	Po	2	300																											
VII	Po	2	360																											
VII	Po	2	480																											
VII	Po	2	600																											
VII	Po	2	720																											
VII	Po	2	900																											
VII	Po	2	1080																											
VII	Po	2	1260																											
VII	Po	2	1440																											
VII	Po	3	0		16,5	4,6	3,6	1	31,6			35,9477124	2,73809524	6,96324952	0,86206897	5,95103578			0,01853103	0,01450255	0,00402848	0,12730012		7,61688312	19,3704941	2,39811912	16,5546995			
VII	Po	3	10		45,9	168	51,7	116	531			100	100	100	100	100			0,24328889	0,07486926	0,16798519	0,76896667		100	100	100	100			
VII	Po	3	20		48	156	40,7	115	456			104,575163	92,8571429	78,7234043	99,137931	85,8757062			0,2160275	0,05636102	0,15925104	0,631465		88,7946429	75,2792553	94,8006466	82,1186441			
VII	Po	3	30		48,3	146	33,9	112	399			105,228758	86,9047619	65,5705996	96,5517241	75,1412429			0,20092381	0,04665286	0,15413333	0,5491		82,5985129	62,3124332	91,7541229	71,4075166			
VII	Po	3	45		50,4	144	26,9	117	348			109,803922	85,7142857	52,0309478	100,862069	65,5367232			0,18991429	0,03547704	0,15430536	0,45895952		78,0612245	47,3853274	91,8565271	59,68523			
VII	Po	3	60		52	136	21,1	115	312			113,28976	80,952381	40,8123791	99,137931	58,7570621			0,17384462	0,02697148	0,14700096	0,39882		71,456044	36,0247731	87,5082891	51,8644068			
VII	Po	3	90		52,7	129	16,7	112	260			114,814815	76,7857143	32,3017408	96,5517241	48,9642185			0,16270645	0,02106355	0,14126452	0,32793548		66,8778802	28,1337743	84,0934372	42,6462548			
VII	Po	3	120		52,7	126	14,5	112	230			114,814815	75	28,0464217	96,5517241	43,3145009			0,15892258	0,01828871	0,14126452	0,29009677		65,3225806	24,4275285	84,0934372	37,7255331			
VII	Po	3	150		57	124	12,9	111	204			124,183007	73,8095238	24,9516441	95,6896552	38,4180791			0,1446014	0,01504321	0,12944158	0,23789263		59,4360902	20,0926397	77,0553539	30,9366637			
VII	Po	3	180		58,5	125	12,6	112	197			127,45098	74,4047619	24,3713733	96,5517241	37,0998117			0,14202991	0,01431662	0,1272588	0,22383915		58,3791209	19,1221544	75,7559682	29,109083			
VII	Po	3	240		63,5	125	11,9	113	190			138,344227	74,4047619	23,0174081	97,4137931	35,7815443			0,13084646	0,01245658	0,1182852	0,19888661		53,7823397	16,63778	70,4140646	25,8641399			
VII	Po	3	300		70	125	12,1	113	194			152,505447	74,4047619	23,4042553	97,4137931	36,5348399			0,11869643	0,01148981	0,10730157	0,18421686		48,7882653	15,3465046	63,8756158	23,9564165			
VII	Po	3	360		74,6	128	12,3	116	196			162,527233	76,1904762	23,7911025	100	36,9114878			0,1140504	0,01095953	0,10335818	0,17463968		46,8785906	14,6382253	61,5281501	22,7109556			
VII	Po	3	480		78,5	124	12,7	111	202			171,023965	73,8095238	24,5647969	95,6896552	38,0414313			0,1049972	0,										

ID	Information	Messpunkt	Versuch	Zeit [min]	Absolute Messwerte					Relative Messwerte (10 Minuten entsprechen 100 %)								AlbuminLoad (Verhältnis aus Stoffmenge zu Albuminmenge)					Relative AlbuminLoad (10 Minuten entsprechen 100 %)							
					Albumin [g/l]	Bilirubin gesamt [µmol/l]	Bilirubin direkt [µmol/l]	Bilirubin indirekt [µmol/l]	Gallen- säuren [µmol/l]	Octanoat [mmol/l]	AB/C [%]	Albumin [%]	Bilirubin gesamt [%]	Bilirubin direkt [%]	Bilirubin indirekt [%]	Gallen- säuren [%]	Octanoat [%]	AB/C [%]	Bilirubin gesamt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin direkt / Albumin [mol/mol]	Bilirubin indirekt / Albumin [mol/mol]	Gallen- säuren / Albumin [mol/mol]	Octanoat / Albumin [mol/mol]	Bilirubin gesamt / Albumin [%]	Bilirubin direkt / Albumin [%]	Bilirubin indirekt / Albumin [%]	Gallen- säuren / Albumin [%]	Octanoat / Albumin [%]		
VII	Di	1	0		125	0,6	0,4	0,2	0			101,626016	54,5454545	50	66,6666667	0			0,00031906	0,0002127	0,00010635	0		53,6727273	49,2	65,6	0			
VII	Di	1	10		123	1,1	0,8	0,3	20,4			100	100	100	100	100			0,00059445	0,00043233	0,00016212	0,01102429		100	100	100	100			
VII	Di	1	20		118	2	1,1	0,9	66,3			95,9348993	181,818182	137,5	300	325			0,00112661	0,00061964	0,00050697	0,03734713		189,522342	143,326271	312,711864	338,771186			
VII	Di	1	30		121	2,6	1,9	0,7	120			98,3739637	236,363636	237,5	233,333333	588,235294			0,00142828	0,00104373	0,00038454	0,06592066		240,270473	241,42562	237,190063	597,958192			
VII	Di	1	45		115	4,6	2,8	1,8	170			93,4995935	418,181818	350	600	833,333333			0,00265588	0,0016184	0,00104044	0,09826		447,272727	374,347826	641,73913	891,304348			
VII	Di	1	60		113	4,2	3,1	1,1	181			91,8699187	381,818182	387,5	366,666667	867,254902			0,00247057	0,00182351	0,00064705	0,10648965		415,607401	421,792035	399,115044	865,773035			
VII	Di	1	90		111	5,6	3,2	2,4	167			90,2433024	509,090909	400	800	818,627451			0,00335344	0,00191625	0,00143719	0,10000441		564,127764	443,243243	886,486486	907,127716			
VII	Di	1	120		110	4,3	2,9	1,4	148			89,4308943	390,909091	362,5	466,666667	725,490196			0,00259837	0,00175239	0,00084598	0,09943236		437,107438	405,340909	521,818182	811,229947			
VII	Di	1	150		111	4,4	3,2	1,2	129			90,2439024	400	400	632,352941			0,00263485	0,00191625	0,00071859	0,07724892		443,243243	443,243243	443,243243	700,715421				
VII	Di	1	180		109	3,7	2,7	1	120			88,6178862	336,363636	337,5	333,333333	588,235294			0,00225632	0,0016465	0,00060982	0,07317798		379,566305	380,848624	376,146789	663,788451			
VII	Di	1	240		110	2,9	1,9	1	100			89,4308943	263,636364	237,5	333,333333	490,196078			0,00175239	0,00114812	0,00060427	0,06042727		294,793388	265,568182	372,727273	548,128342			
VII	Di	1	300		104	2,8	1,6	1,2	92,1			84,5528455	254,545455	200	400	451,470588			0,00178958	0,00102262	0,00076696	0,0588643		301,048951	236,538462	473,076923	533,950792			
VII	Di	1	360		105	2,5	1,6	0,9	87,6			85,3658537	227,272727	200	300	429,411765			0,00158262	0,00101288	0,00056974	0,05545497		266,233766	234,285714	351,428571	503,02521			
VII	Di	1	480		102	2,2	1,1	1,1	78,6			82,9268293	200	137,5	366,666667	385,294118			0,00143367	0,00071683	0,00071683	0,051221		241,176471	165,808824	442,156863	464,619377			
VII	Di	1	600																											
VII	Di	1	720																											
VII	Di	1	900																											
VII	Di	1	1080																											
VII	Di	1	1260																											
VII	Di	1	1440																											
VII	Di	2	0																											
VII	Di	2	10																											
VII	Di	2	20																											
VII	Di	2	30																											
VII	Di	2	45																											
VII	Di	2	60																											
VII	Di	2	90																											
VII	Di	2	120																											
VII	Di	2	150																											
VII	Di	2	180																											
VII	Di	2	240																											
VII	Di	2	300																											
VII	Di	2	360																											
VII	Di	2	480																											
VII	Di	2	600																											
VII	Di	2	720																											
VII	Di	2	900																											
VII	Di	2	1080																											
VII	Di	2	1260																											
VII	Di	2	1440																											
VII	Di	3	0		116	0,6	0,3	0,3	0			97,4789916	37,5	50	30	0			0,00034381	0,00017191	0,00017191	0		38,4698276	51,2931034	30,7758621	0			
VII	Di	3	10		119	1,6	0,6	1	54			100	100	100	100	100			0,00089371	0,00033514	0,00055857	0,03016286		100	100	100	100			
VII	Di	3	20		117	2,3	1,7	0,6	111			98,3193277	143,75	283,333333	80	205,555556			0,00130668	0,0009658	0,00034087	0,06306128		146,207265	288,176638	61,025641	209,069326			
VII	Di	3	30		110	2,7	1,9	0,8	127			92,4369748	168,75	316,666667	80	235,185185			0,00163154	0,00114812	0,00048342	0,07674264		182,556818	342,575758	86,5454945	254,427609			
VII	Di	3	45		110	3,2	2,2	1	136			92,4369748	200	366,666667	100	251,851852			0,00193367	0,0013284	0,00060427	0,08218109		216,363636	396,666667	108,181818	272,457912			
VII	Di	3	60		108	3,5	2,4	1,1	129			90,7563025	218,75	400	110	238,888889			0,00215412	0,00147711	0,00067701	0,07939472		241,030093	440,740741	121,203704	263,220165			
VII	Di	3	90		106	4,6	2,4	2,2	111			89,0756303	287,5	400	220	205,555556			0,00288455	0,00150498	0,00137957	0,06960536		322,759434	449,056604	246,981132	230,765199			
VII	Di	3	120		103	4,3	2,1	2,2	94,8			86,5546218	268,75	350	220	175,555556			0,00277496	0,00135521	0,00141975	0,06117821		310,497573	404,368932	254,174757	202,826321			
VII	Di	3	150		103	3	2	1	74,4			86,5546218	187,5	333,333333	100	137,777778			0,00193602	0,00129068	0,00064534	0,04801328		216,626214	385,113269	115,533981	159,180151			
VII	Di	3	180		99,2	3,2	1,9	1,3	63,6			83,3613445	200	316,666667	130	117,777778			0,00214419	0,00127311	0,00087108	0,04261585		239,919355	379,872312	155,947581	141,285842			
VII	Di	3	240		102	2,7	1,7	1	52,5			85,7142857	168,75	283,333333	100	97,2222222			0,0017595	0,00110783	0,00065167	0,0342125		196,875	330,555556	116,666667	113,425926			
VII	Di	3	300		94,9	2,5	1,4	1,1	44,1			79,7478992	156,25	233,333333	110	81,6666667			0,00175105	0,00098059	0,00077046	0,03088859		195,929926	292,58869	137,934668	102,406041			
VII	Di	3	360		94,4	2	1,2	0,8	37,5			79,3277311	125	200	80	69,4444444			0,00140826	0,00084496	0,00056331	0,02640493		157,574153	252,118644	100,847458	87,5411959			
VII	Di	3	480		97,8	2,4	0,8	1,6	33,3			82,1848739	150	133,333333	160	61,6666667			0,00163117	0,00054372	0,00108744	0,02263242		182,515337	162,235855	194,683027	75,0340832			
VII	Di	3	600																											
VII	Di	3	720																											
VII	Di	3	900																											

Tabelle A28:

Versuch: 8 h MARS - 15 % Albumin ligandisiert - 9000 ml/h - 30000 ml/h + 16 h Therapiepause

Messpunkt: Dialysat output (D_o)

8.2 Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, Sören Ingo Link, an Eides statt, dass ich die vorgelegte Dissertation selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe angefertigt und verfasst habe, dass alle Hilfsmittel und sonstige Hilfen angegeben und dass alle Stellen, die ich wörtlich oder dem Sinne nach aus anderen Veröffentlichungen entnommen habe, kenntlich gemacht worden sind. Ich versichere, dass die Dissertation in der vorgelegten oder einer ähnlichen Fassung noch nicht zu einem früheren Zeitpunkt an einer in- oder ausländischen Hochschule als Dissertation eingereicht worden ist.

Sören Ingo Link

8.3 Lebenslauf

8.4 Danksagung

Mein besonderer Dank richtet sich zunächst an Herrn Professor Dr. med. Jan Stange für die Vergabe dieser interessanten Arbeit. Er hat mich zu Beginn mit großer Hilfsbereitschaft an das komplexe Thema herangeführt und stand mir immer zeitnah mit gutem Rat zur Seite. Bei der Durchführung der Experimente und schließlich dem Schreiben der Arbeit war er mir mit seiner Erfahrung fortwährend eine große Hilfe und nahm sich gern die notwendige Zeit für mich. Ich hatte stets das Gefühl, in guter Betreuung gewesen zu sein und bedanke mich dafür sehr herzlich.

Ich danke Herrn Dipl.-Ing. Matthias Suraj für die ausgesprochen große Unterstützung bei der Durchführung der Experimente und der anschließenden Datenerfassung und -verarbeitung. Seine angenehm lockere und professionelle Art lassen mich die langen Zeiten im Labor in guter Erinnerung behalten.

Ich möchte mich in dem Zusammenhang natürlich auch bei den anderen Mitarbeitern der Albutec GmbH für die vielfältige Unterstützung bei der Ermöglichung dieser Arbeit bedanken. Ein weiterer, mir sehr wichtiger Dank gilt Frau H. Weiss-Reinig, Medizinisch Technische Assistentin der Universität Rostock, für die Ermittlung der sehr umfangreichen Messwerte. Sie half mir ebenso bei der Erläuterung und Literaturrecherche für die verschiedenen Messverfahren der einzelnen Substanzen.

Bei Herrn Dr. med. Georg Sebastian Klammt möchte ich mich sehr gerne für die unermüdliche Unterstützung bei der statistischen Auswertung bedanken.

Ich habe all diese wissenschaftlichen Mitarbeiter und Unterstützer als äußerst angenehm und im Umgang mit mir sehr geduldig empfunden.

Natürlich, und nicht zuletzt, möchte ich mich recht herzlich bei meiner Familie, insbesondere meinen Eltern bedanken. Sie sind es, die mir zunächst über eine sehr schöne Kindheit und über die schulische Ausbildung den Weg zum Studium und zu dieser Dissertation erst ermöglicht haben und denen ich meinen Lebenslauf in der aktuellen Form zu verdanken habe. Sie hatten stets ein offenes Ohr für mich und haben mir in jeder Situation mit voller Kraft und Unterstützung geholfen. Viel Motivation und Antrieb in manch schweren Situationen ging in angenehmer Weise von ihnen aus.

Ich danke auch meinen Freunden, bei denen ich die ebenso notwendige Ablenkung gefunden habe und die für mich immer ein wichtiger Rückhalt waren.

Ich freue mich auf die Zukunft und die Zeiten, die ich mit all den mir lieb gewordenen Personen gemeinsam genießen kann.